

Eirik Sunde Thomassen

Lærerkunnskap for matematikkundervisning med digitale verktøy

Fem barneskolelæreres refleksjoner om egen
kunnskap

Masteroppgave i matematikdidaktikk 1-7
Trondheim, mai 2018

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for lærerutdanning



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne masteroppgaven er en markering på slutten av seks års utdanning på lærerskolen ved HiST/NTNU. Det har vært seks innholdsrike år, og ikke minst seks spennende og utfordrende år. Gjennom oppgaven har jeg fått brukt kompetanse jeg har opparbeidet meg både faglig og i skriving disse seks årene. Å skrive en masteroppgave har vært noe av det verste jeg har vært med på, men også noe av det beste. Følelsen jeg sitter med etter å ha skrevet den ferdig er den største oppturen, i en berg-og-dal-bane som noen ganger har føltes som en lang nedtur. Jeg har heldigvis vært så heldig at det har vært personer som har hjulpet meg i de stundene det har vært tungt, og som har tatt seg tid til å hjelpe meg med skrivinga.

Jeg vil takke min veileder, Øistein Gjøvik, for god og effektiv veiledning. Jeg vil takke Sindre og Hanne, som har tatt seg tid til å lese hele oppgaven, og gitt korrektur. Jeg vil takke alle som har sittet på masterkontoret sammen med meg. Dere har svart på spørsmål og deltatt i fruktbare og faglige diskusjoner. Ikke minst vil jeg takke informantene mine, som har stilt opp til intervju og gjort at jeg i det hele tatt har et datamateriale.

Til slutt vil jeg takke Kathrine, for at du har støttet meg uansett hva og for at du har fulgt opp arbeidet mitt. Du har hjulpet meg i mål, og det er jeg veldig takknemlig for.

Nå venter en framtid i det som i mine øyne er verdens viktigste yrke!

Trondheim, mai 2018

Eirik Sunde Thomassen

Innholdsfortegnelse

1 Innledning.....	1
1.1 Lærerkunnskap	2
1.2 Forskningsspørsmål og problemstilling	2
1.1 Oppgavens oppbygning	3
2 Teori	5
2.1 Digital kompetanse.....	5
2.2 Digitale verktøy.....	7
2.3 TPACK.....	7
2.4 Instrumentell orkestrering	12
3 Metode.....	19
3.1 Metodisk tilnærming	19
3.2 Kvalitativ forskning.....	21
3.3 Intervju	21
3.4 Utvalg	24
3.5 Analytisk tilnærming.....	24
3.6 Reliabilitet	26
3.7 Etske refleksjoner.....	27
3.8 Metodekritikk	27
4 Analyse.....	29
4.1 Digital kompetanse.....	29
4.2 Kunnskap for planlegging	35
4.3 Den optimale undervisningsøkta	42

5 Drøfting	51
5.1 Hvordan definerer fem barneskolelærere digital kompetanse?	51
5.2 Hvilken kunnskap er viktigst for disse lærerne i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy?	54
5.3 Hvordan bruker disse lærerne de digitale verktøyene i matematikkundervisningen?....	59
6 Avslutning	63
6.1 Konklusjon	63
6.2 Didaktiske implikasjoner og videre forskning	64
7 Litteratur.....	67
8 Vedlegg	71
8.1 Intervjuguide	71
8.2 Spørreskjema.....	73

1 Innledning

Det har de siste årene blitt stilt spørsmål til den kunnskapen lærere har, og hvilken kunnskap lærere trenger (Haugstad, 2017; Saaromaa, 2015). Ved innføringen av karakterkrav på 4 i matematikk og 3 i norsk for å komme inn på lærerutdanningene sa regjeringen sitt om hvilken kunnskap de vektlegger: fagkunnskapen. I regjeringen sine øyne er fagkunnskapen så viktig at den skal være avgjørende for hvem som får bli lærere og hvem som ikke får.

Opptakskravene til grunnskolelærerutdanningen er skjerpet. Det er innført minstekrav om karakter 4 i matematikk fra videregående skole for å kvalifisere for opptak til lærerutdanningen. Bakgrunnen er sammenhengen mellom studentenes karakter ved opptak, økte ambisjoner og gjennomføringsgraden i lærerutdanningene. På sikt er målet å rekruttere faglig sterke studenter og redusere frafallet i studiet (Kunnskapsdepartementet, 2016, s. 20).

Tiltaket ble kalt *lærerløftet* og målet var å utdanne lærere med mer faglig fordypning. Samtidig ble studiet omgjort fra å være et 4-årig bachelorstudium til å bli et 5-årig masterstudium. Et annet mål var å heve statusen til lærerne, og det er vel ingenting som viser status mer enn et masterstudium.

Men hvor viktig er egentlig fagkunnskapen når man skal arbeide som lærere? I min studie ønsker jeg å se på hvilken kunnskap lærere selv mener er den viktigste, og da i arbeidet med matematikkundervisning med digitale verktøy. Jeg ønsker å se på hvordan barneskolelærere i Trondheim Kommune, en kommune jeg selv har arbeidet som lærervikar og hatt flere praksiser i, argumenterer for sin egen kunnskap i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy. Det er tidligere forsket på hvilken kunnskap som er nødvendig for effektiv matematikkundervisning (Fauskanger, 2017), og det er også forsket på den kunnskapen som er unik for lærere (Ball, Thames, & Phelps, 2008; Harris & Hofer, 2011; Koehler & Mishra, 2006; 2009; Kunter et al. 2013; Schmidt et al., 2009; Shulman, 1986). Gjennom teori og forskning om undervisningskunnskap er trenden at det er viktig å utdanne gode pedagoger. Det har ikke så mye å si om du kan alt som er om et fagområde hvis du ikke har kompetanse i å formidle kunnskapen din gjennom undervisning. Ettersom det ikke finnes så mye forskning rettet mot lærernes egne meninger om lærerkunnskap i arbeid med digitale

verktøy, er det dette som er motivasjonen min for å undersøke det. I denne oppgaven har jeg gjennomført en kvalitativ undersøkelse av fem barneskolelæreres egne tanker om lærerkunnskap, og da spesielt i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy. Jeg har samlet inn datamateriale gjennom å intervjuer hver av lærerne, og jeg har analysert intervjuene i lys av relevant teori.

1.1 Lærerkunnskap

Lærerkunnskap er den kunnskapen en lærer har, og som i flere tilfeller er unik for læreren. Ulike former for kunnskap en lærer besitter er forklart hos flere (Ball et al., 2008; Koehler & Mishra, 2006; 2009; Shulman, 1986), og består som regel av ulike sammensetninger av lærerens fagkunnskap og pedagogiske kunnskap. Fagkunnskap og pedagogisk kunnskap er de to formene for kunnskap Lee Shulman (1986) identifiserte som beskriver kunnskapen lærere har, og den pedagogiske fagkunnskapen er den kunnskapen han mente var unik for lærere. Denne kunnskapen gjør at læreren vet hvordan han kan formidle fagkunnskap på en måte som gjør at elevene lærer fagstoffet. Ball et al. (2008) har tatt funnene til Shulman med seg i sin egen forskning og identifisert flere elementer av læreres kunnskap. De har også identifisert hva som skiller lærerens fagkunnskap fra andre former for fagkunnskap, som hos Ball et al. kalles *subject matter knowledge*. Subject matter knowledge er generell fagkunnskap og spesialisert fagkunnskap. Den pedagogiske fagkunnskapen derimot er rettet mot undervisningskunnskap, og består av kunnskap om fag og elever, kunnskap om fag og undervisning, og kunnskap om fag og pensum. Det er også her klart at en læreres kunnskap handler om det læreren skal formidle, og hvordan læreren kan formidle det. Det er også identifisert at det finnes andre former for spesialisert lærerkunnskap som er med på å sette preg på undervisningen. Mishra og Koehler (2006; 2009) har laget rammeverket TPACK, som er en sammensetning av kunnskapsbasene teknologisk kunnskap, pedagogisk kunnskap og fagkunnskap, og alle de mulige kombinasjonene av disse kunnskapsbasene. Jeg skal gå grundigere gjennom rammeverket i kapittel 3 og beskrive de formene for kunnskap som er beskrevet i TPACK.

1.2 Forskningsspørsmål og problemstilling

Til denne oppgaven har jeg valgt å se på hvilken kunnskap lærere selv mener er den viktigste i arbeidet med matematikkundervisning med digitale verktøy, og da spesielt når de planlegger undervisning. Ettersom det ikke er nevnt noe om at lærere skal ha digital eller teknologisk

kunnskap i rammeplanen for lærerutdanningene (Forskrift om plan for grunnskolelærerutdanning, trinn 1-7, 2016, §2) har jeg valgt å ta utgangspunkt i digital kompetanse, siden kompetansebegrepet består av kunnskap og ferdigheter. Digitale ferdigheter er godt gjort rede for, men ikke digital kunnskap. Jeg vil også se på hvilken kunnskap lærerne selv mener er den viktigste i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy, og hvordan de digitale verktøyene blir brukt i undervisningen. Til oppgaven har jeg derfor satt følgende tre forskningsspørsmål:

1. Hvordan definerer fem barneskolelærere digital kompetanse?
2. Hvilken kunnskap er viktigst for disse lærerne i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy?
3. Hvordan bruker disse lærerne de digitale verktøyene i undervisningen?

For oppgaven ønsker jeg en problemstilling som står som en paraply over forskningsspørsmålene mine og svarer på det mest sentrale spørsmålet mitt for oppgaven. Jeg ønsker derfor å svare på:

Hvilken kunnskap trenger en barneskolelærer for å gjennomføre matematikkundervisning med digitale verktøy på en hensiktsmessig måte?

1.1 Oppgavens oppbygning

Oppgaven er delt inn i fire hovedkapitler: teori, metode, analyse og drøfting. I teorikapitlet skriver jeg om rammeverket TPACK og relevant tidligere forskning i tillegg til definisjoner fra Kunnskapsløftet og Framtidens Skole. Metodekapitlet beskriver mine metodiske valg for oppgaven og forklarer prosessen fra datainnsamling til analysering av datamateriale. I analysekapitlet analyserer jeg de viktigste funnene fra datamaterialet og bruker teori fra teorikapittel for å støtte analysen. Etter å ha analysert datamaterialet skal jeg i drøftingskapitlet forsøke å besvare forskningsspørsmålene i lys av moderne forskning, rammeplan for grunnskolelærerutdanninga, kunnskapsløftet og andre relevante dokumenter. Avslutningsvis skal jeg i et eget kapittel skal jeg besvare problemstillingen min, se på didaktiske implikasjoner for oppgaven og rette fokus mot videre forskning for temaet mitt.

2 Teori

I dette kapittelet skal jeg redegjøre for den teorien jeg anser som nødvendig for å kunne analysere datamaterialet mitt. Teorikapittelet er delt i tre hoveddeler: *digital kompetanse*, *TPACK* og *instrumentell orkestrering*. I delen om digital kompetanse skal jeg gjøre rede for begrepet kompetanse for å finne ut hvordan det er definert gjennom Kunnskapsløftet, Framtidens Skole og faglitteratur. Jeg skal forklare og gjøre rede for rammeverket TPACK og de ulike komponentene som inngår i rammeverket. TPACK er et verktøy for å forklare de ulike kunnskapene en lærer har som er unik for yrket. TPACK tar utgangspunkt i Shulmans (1986) teori om at det finnes en kunnskapsbase kalt *pedagogisk fagkunnskap* som er den spesialiserte kunnskapen en lærer opparbeider seg gjennom studier og yrkeserfaring, og som trengs for å gjøre lærerarbeidet. TPACK tar for seg teknologisk-, pedagogisk- og fagkunnskap, og ulike sammensetninger av disse, for å beskrive de ulike kunnskapene en lærer kan ha i et teknologisk klasserom. Instrumentell orkestrering er et teoretisk verktøy som kan brukes for å analysere hvordan en lærer benytter digitale verktøy i undervisningen. Ved hjelp av instrumentell orkestrering analyserer jeg rammefaktorene for undervisningen, og hvordan disse legger til rette for ulike måter å bruke digitale verktøy i klasserommet. Instrumentell orkestrering ser på hvordan læreren tar i bruk digitale verktøy underveis i undervisningssituasjonen.

2.1 Digital kompetanse

Få å kunne si noe om digital kompetanse kan det være greit å redegjøre for begrepet kompetanse først. Begrepet kompetanse blir ofte brukt i Kunnskapsløftet, og Utdanningsdirektoratet har selv følgende definisjon:

Kompetanse er i læreplanverket for Kunnskapsløftet forstått som

«evnen til å løse oppgaver og mestre komplekse utfordringer. Elevene viser kompetanse i konkrete situasjoner ved å bruke kunnskaper og ferdigheter til å løse oppgaver.

Det kan handle om å mestre utfordringer på konkrete områder innenfor utdanning, yrke og samfunnsliv eller på det personlige plan». (Utdanningsdirektoratet, 2016b)

Kompetanse handler altså om å bruke kunnskap og ferdigheter en allerede har opparbeidet seg, for å løse utfordringer og oppgaver en møter på. Når en da snakker om digital kompetanse er det kunnskaper og ferdigheter rundt bruken av digitale verktøy som blir sentrale. I dagens gjeldende læreplan står det ikke noe eksplisitt om digital kompetanse, men *digitale ferdigheter* er en av de fem grunnleggende ferdighetene i den generelle delen av læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2016a). Ettersom kompetanse ses på som kunnskap og ferdigheter, kan man si at digitale ferdigheter er en veldig stor del av digital kompetanse.

Digitale ferdigheter vil si å innhente og behandle informasjon, være kreativ og skapende med digitale ressurser, og å kommunisere og samhandle med andre i digitale omgivelser. Det innebærer å kunne bruke digitale ressurser hensiktsmessig og forsvarlig for å løse praktiske oppgaver. Digitale ferdigheter innebærer også å utvikle digital dømmekraft ved å tilegne seg kunnskap og gode strategier for nettbruk. (Utdanningsdirektoratet, 2016a)

Digitale ferdigheter handler om å være en kompetent bruker av digitale verktøy. En med digitale ferdigheter vet hvordan en bruker digitale verktøy på riktig måte, og er villig til å utvikle sin ferdighet ettersom teknologien utvikler seg. Ludvigsenutvalget støtter også at kompetanse handler om kunnskap og ferdighet (NOU 2015:8, s. 19). I tillegg til kunnskap og ferdighet sier de også at kompetanse handler om holdninger, noe som implisitt er støttet av den siste setningen i sitatet fra Kunnskapsløftet over, hvor Utdanningsdirektoratet sier at digitale ferdigheter også innebærer å utvikle digital dømmekraft ved å tilegne seg kunnskap og gode strategier for nettbruk (Utdanningsdirektoratet, 2016a). Fra rapporten til Ludvigsenutvalget får vi følgende definisjon på begrepet kompetanse:

Kompetanse betyr å kunne mestre utfordringer og løse oppgaver i ulike sammenhenger og omfatter både kognitiv, praktisk, sosial og emosjonell læring og utvikling, inkludert holdninger, verdier og etiske vurderinger. (NOU 2015:8, s. 19)

Bjarnø et al. sier at det hevdes at elever tilsynelatende er mer digitalt kompetent enn læreren (Bjarnø, V., Giæver, T.H., Johannessen, M., & Leikny, Ø., 2017). Videre sier de at denne oppfatningen trolig kommer av at en ikke skiller mellom spesifikk kunnskap om tekniske

detaljer og en nødvendig overordnet og kritisk brukerkompetanse (Bjarnø et al., 2017). Dette forklares ved at lærere skal ha en mer helhetlig og oversiktlig kompetanse, der det er spesielt viktig at læreren er kritisk til både sin egen og elevenes kunnskap. Barn har et ulikt utgangspunkt for hva de har hjemme av privat digitalt utstyr, og hva de lærer hjemme om bruk og misbruk av digitale verktøy og sosiale medier. Ifølge Bjarnø et al. er det ikke bekymringsverdig at elever kan ha mer spisset kompetanse på mange områder enn læreren (Bjarnø et al., 2017).

Digital kompetanse er en sammensetning av kunnskap om digitale verktøy og ferdigheter i bruk av digitale verktøy. Jeg vil oppsummere begrepet digital kompetanse ved hjelp av Bjarnø et al. (2017) som sier at digital i dagligtale har med alt som har med datamaskiner å gjøre, og kompetanse kan omfatte kunnskap, innsikt og forståelse og knyttes også til ferdighetsbegrepet og evnen til å utføre arbeid. Kompetanse omfatter både evnen til å motta og forstå og evnen til å uttrykke seg og produsere (Bjarnø et al., 2017).

2.2 Digitale verktøy

Digitale verktøy er en fellesbenevnelse for digitale enheter som kan brukes i undervisning. Dette kan være enheter som smarte tavler, datamaskiner, kamera, telefoni og lignende (Egeberg et al., 2012). Digitale verktøy som benyttes på skoler i Trondheim Kommune er i stor grad smarte tavler, Chromebook¹, iPad², datamaskiner og kalkulatorer. I tillegg er det også tilfeller der elever og lærere bruker private enheter som mobiltelefon og nettbrett for å gjøre videoopptak eller gjennomføre digitale oppgaver i farta.

2.3 TPACK

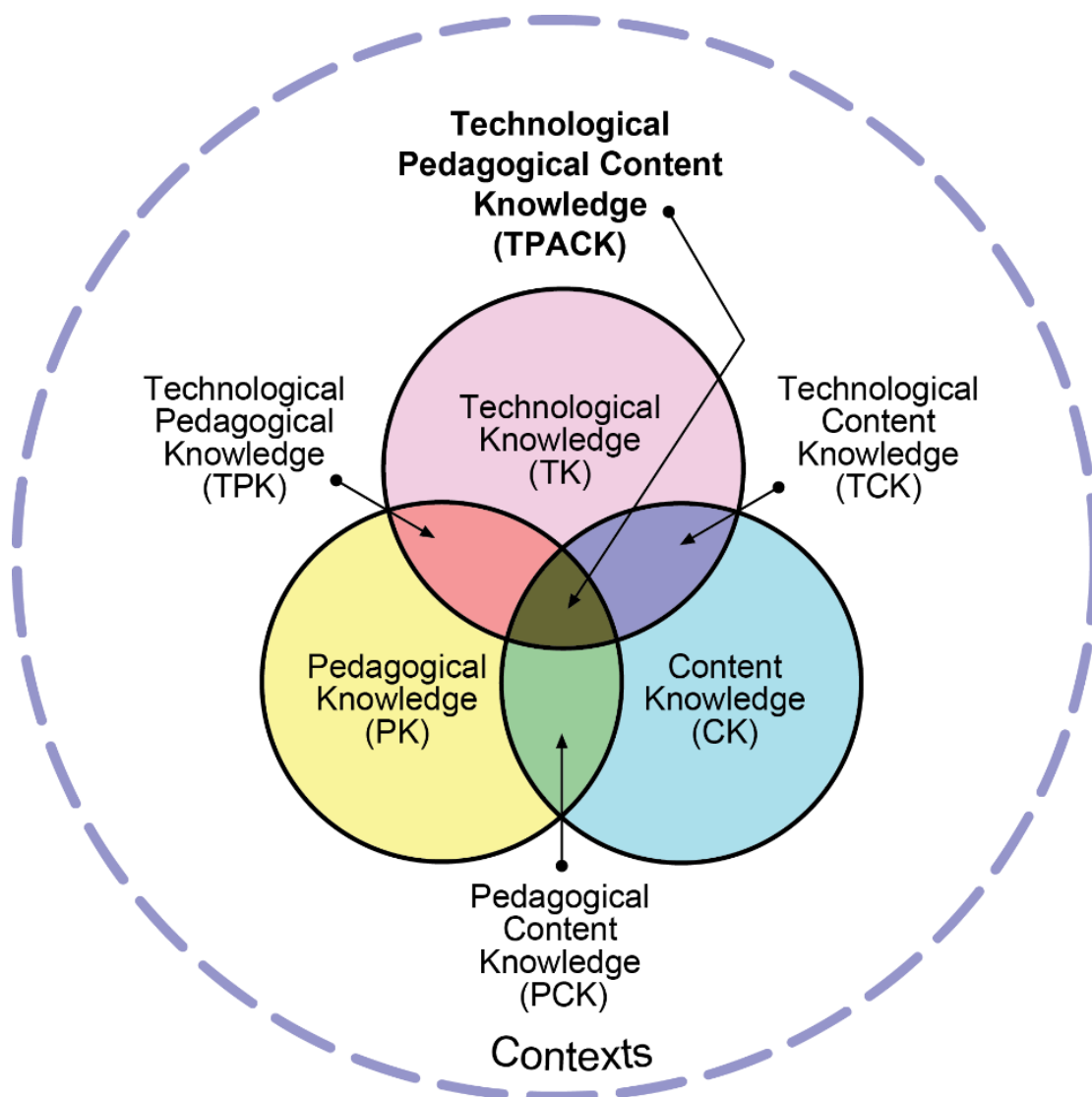
TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) er et rammeverk som omhandler de ulike komponentene ved kunnskapen til en lærer som benytter digitale verktøy i undervisningen sin. Rammeverket tar utgangspunkt i Shulmans (1986) teori om at det finnes to typer kunnskap en lærer besitter: pedagogisk kunnskap og fagkunnskap, og at disse sammen utgjør en pedagogisk fagkunnskap som er unik for læreren. For en lærer som jobber i et moderne klasserom er det ikke uvanlig å benytte digitale verktøy i undervisningen. Digitale

¹ Chromebook er en datamaskin som kjører det nettleaserbaserte operativsystemet Chrome OS utviklet av Google.

² En iPad er et nettbrett utviklet av Apple som kjører operativsystemet iOS

verktøy kan være alt fra en kalkulator til en SMART Board³, der alle de ulike verktøyene har til felles at de kan framvise noe digitalt, enten gjennom en skjerm, lyd eller taktil kommunikasjon. For å kunne bruke digitale verktøy kreves det at en har kunnskap om hvordan disse brukes. Denne kunnskapen kan ses på som en *teknologisk kunnskap*, som lar brukeren anvende det digitale verktøyet. Men dersom det digitale verktøyet skal brukes i en undervisningssituasjon er det ikke sikkert at god teknologisk kunnskap er tilstrekkelig for at det skal være hensiktsmessig å bruke det digitale verktøyet. Derfor har Koehler og Mishra (2006) trukket inn teknologisk kunnskap sammen med Shulmans pedagogiske fagkunnskap for å finne de ulike typene kunnskap som finnes for bruk av digitale verktøy i undervisning. I *Figur 1* kan man se hvordan teknologisk kunnskap (Technological Knowledge (TK)), pedagogisk kunnskap (Pedagogical Knowledge (PK)) og fagkunnskap (Content Knowledge (CK)) kan settes sammen til ulike former for kunnskap. Disse ulike formene for kunnskap blir redegjort for videre i dette delkapittelet. Jeg har gitt de ulike formene norske oversettelser, men beholdt de engelske forkortelsene for ordens skyld.

³ SMART Board er en interaktiv tavle/skjerm som projiserer en datamaskin og lar læreren behandle skjermen som en tavle der han kan manipulere gjennom touch-bevegelser og skjermpenner.



Figur 1: Hentet fra <http://tpack.org/> med tillatelse fra utgiver.

2.3.1 Fagkunnskap (Content Knowledge, CK)

Fagkunnskap er kunnskap om det faget som skal undervises (Koehler & Mishra, 2006). For en matematikklærer som skal undervise i algebra er det lærerens kunnskaper om algebra som er CK han tar med seg i planleggingen og utøvelsen av undervisningen, og ikke en kunnskap om den amerikanske borgerkrigen. CK er ikke én spesifikk kunnskap, ettersom CK innen algebra skiller seg fra CK i historie. En lærer må ikke bare forstå at noe er som det er, men han må videre forstå hvorfor noe er som det er (Shulman, 1986). For en matematikklærer innebærer CK også kunnskap om matematiske begreper, teorier, og hva som er aksepterte sannheter i faget (Shulman, 1986).

2.3.2 Pedagogisk kunnskap (Pedagogical Knowledge, PK)

Pedagogisk kunnskap er kunnskap om hvordan man underviser. PK inkluderer kunnskap om klasseledelse, elevgrupper, læringsstiler og -strategier og læringsteori (Koehler & Mishra, 2006). Cox og Graham (2009) sier at PK også innebærer pedagogiske aktiviteter. Slike aktiviteter inkluderer strategier for å motivere elever, kommunisere med elever og foreldre, presentere informasjon til elever og klasseledelse (Cox & Graham, 2009).

2.3.3 Pedagogisk fagkunnskap (Pedagogical Content Knowledge, PCK)

PCK er en form for kunnskap som er unik for lærere, ettersom det er fagkunnskap for undervisning, eller pedagogisk kunnskap som er egnet for undervisning av et spesifikt fag (Skulman, 1986). PCK handler om å vite hvordan man skal undervise for å få det best mulige faglige utbyttet. PCK innebærer kunnskaper om representasjoner og formulering av begreper, pedagogiske teknikker, kunnskap om hva som gjør begreper vanskelige og lette å lære, kunnskap om elevers tidligere kunnskap og teorier om epistemologi (Koehler & Mishra, 2006). PCK inkluderer også kunnskap om undervisningsstrategier som tar inn passende representasjoner av begreper for å håndtere læreversker og misforståelser og bidra til meningsfull forståelse (Koehler & Mishra, 2006).

2.3.4 Teknologisk kunnskap (Technology Knowledge, TK)

Teknologisk kunnskap, eller kunnskap om teknologi, er kunnskap om standard teknologi som bøker, kritt og tavle, i tillegg til mer avansert teknologi som internett og digital video (Koehler & Mishra, 2006). Som matematikklærer betyr det at en må ha kunnskaper om læreverk som finnes, både i bokform og digitalt; kunnskap om digitale ressurser i form av programvare og nettressurser; kunnskap om SMART Board, og hvordan den kan brukes sammen med en datamaskin. I tillegg er det kunnskap om alle mulige digitale verktøy som kan brukes i klasserommet, f. eks. iPad, kalkulator, Chromebook eller andre verktøy. En viktig del av TK er egenskapen å kunne tilpasse seg til ny teknologi, og lære seg å bruke den (Koehler & Mishra, 2006). Cox og Graham sier at TK er kunnskap om den fremvoksende teknologien (Cox & Graham, 2009). Det vil si at en må følge med på den teknologiske utviklingen, og ha en motivasjon for å forstå morgendagens teknologi.

2.3.5 Teknologisk fagkunnskap (Technological Content Knowledge, TCK)

Teknologisk fagkunnskap er kunnskap om hvordan man bruker digitale verktøy for å fremme spesifikk fagkunnskap. Det vil si at dersom en har teknologisk fagkunnskap kan en velge ut hvilke digitale verktøy som egner seg for akkurat den typen undervisning en skal gjennomføre. For en matematikklærer kan TCK demonstreres gjennom en lærer som velger å bruke GeoGebra⁴ for å undervise i algebra, ettersom læreren vet at GeoGebra er et verktøy som visualiserer den algebraiske forståelsen han ønsker å jobbe med i den undervisningsøkten. Koehler og Mishra sier at lærere ikke bare må kunne det faglige de skal undervise, men også hvordan det faglige innholdet kan endres gjennom bruken av teknologi (Koehler & Mishra, 2006). Gjennom dataprogrammer kan elever leke seg med f. eks. geometriske figurer på en måte som ikke er mulig med blyant og papir og konkrete. Mulighetene for manipulering av størrelse og former gjør det lettere å bevise gjennom konstruksjon, som er en måte å gjøre bevis på, som ikke hadde vært mulig uten digitale verktøy (Koehler & Mishra, 2006).

2.3.6 Teknologisk pedagogisk kunnskap (Technological Pedagogical Knowledge (TPK)

Teknologisk pedagogisk kunnskap er kunnskap om eksistensen, hva som finnes og mulighetene til ulike teknologiske komponenter slik de brukes i undervisning og læringssituasjoner; og omvendt, vite hvordan læring kan endre resultatet av å bruke enkelte teknologiske komponenter (Koehler & Mishra, 2006). Med andre ord handler TPK om å ha kunnskap om hva som finnes av digitale verktøy og å vite hvordan disse kan brukes for å styrke undervisningen i klasserommet. Cox og Graham forklarer TPK som kunnskap om generelle pedagogiske aktiviteter en lærer kan bruke, som inkluderer bruk av framvoksende teknologi. Derfor kan TPK også inkludere kunnskap om hvordan man motiverer elever gjennom å bruke teknologi eller hvordan man engasjerer elever gjennom sosial læring ved bruk av teknologi (Cox & Graham, 2009).

2.3.7 Teknologisk pedagogisk fagkunnskap (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPCK)

Cox og Graham forklarer teknologisk pedagogisk fagkunnskap som en lærers kunnskap om hvordan å koordinere bruken av fagspesifikke aktiviteter eller temaspesifikke aktiviteter

⁴ GeoGebra er et dynamisk matematikkprogram som gjør det mulig å utforske sammenhenger i og mellom geometri, algebra, statistikk, regneark, graftegning og beregninger - <https://www.geogebra.org/about>

sammen med temaspesifikke representasjoner gjennom bruk av framvoksende teknologi for å legge til rette for læring (Cox & Graham, 2009). Koehler og Mishra (2006) kaller TPACK for grunnlaget for god undervisning med bruk av teknologi. I denne undervisningen kreves det en forståelse for representasjoner av begreper gjennom bruk av digitale verktøy; pedagogiske teknikker som bruker teknologi på konstruktive måter for læring; kunnskap om hva som gjør begreper vanskelige eller lette å lære og hvordan teknologi kan hjelpe med å lokalisere noen av problemene elevene møter; kunnskap om elevers tidligere kunnskap og teorier om epistemologi; og kunnskap om hvordan teknologi kan brukes for å bygge på eksisterende kunnskap og å utvikle nye epistemologier eller styrke gamle (Koehler & Mishra, 2006).

TPACK kan se på som en sammenslåing av de ulike kombinasjonene av T, P og C, og beskriver den fleksible kunnskapen en lærer trenger for at teknologi gjennom digitale verktøy brukes på en måte som fremmer fagkunnskap gjennom god undervisning.

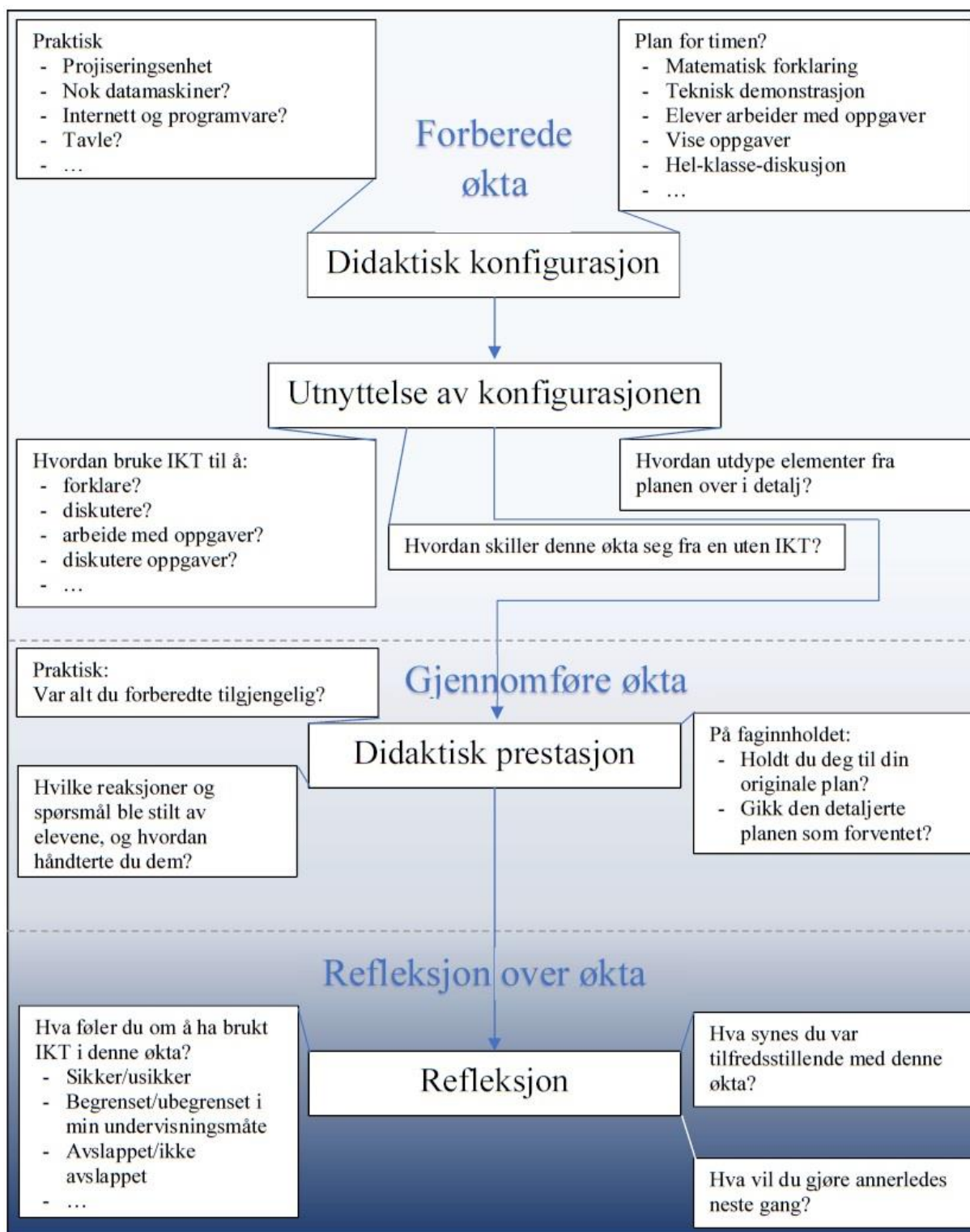
2.4 Instrumentell orkestrering

Instrumentell orkestrering er et begrep som er utviklet av Trouche (2004), som har som hensikt å beskrive den *eksterne styringen* av elevers instrumentelle utvikling. Den eksterne styringen kan ses på som lærerens rolle i veiledningen av elevers tilegning av verktøybehersking og læringsprosessen som følger (Drijvers et al., 2004). En instrumentell orkestrering er definert av den *didaktiske konfigurasjonen og utnyttelse av konfigurasjonen* (Trouche, 2004). En didaktisk konfigurasjon er organiseringen av artefakter i landskapet. Det kan også ses på som en konfigurering av læringssituasjonen og artefaktene involvert i den (Drijvers et al., 2014). Den didaktiske konfigurasjonen sier noe om hvordan klasserommet er organisert. Det innebærer hvor elevene er plassert, hvor digitale verktøy er plassert, hvordan de digitale verktøyene brukes, hvordan læreren formidler læring gjennom bruk av digitale verktøy og lignende. Lærerens utnyttelse av konfigurasjonen er hvordan han velger å utnytte den didaktiske konfigurasjonen, til fordel for sin egen didaktiske hensikt (Drijvers et al., 2014). Dette kan være bestemmelser på hvordan en elevoppgave introduseres og bearbeides, de ulike rollene artefaktene spiller og skjemaene⁵ og teknikkene som utvikles og etableres av elevene (Drijvers et al., 2014).

⁵ Et skjema er en kognitiv referanse for kunnskap som kan benyttes der kunnskapen trengs, og som kan endres dersom endringer eller ny kunnskap legges til (Skemp, 1976).

I tillegg til didaktisk konfigurasjon og utnyttelse av konfigurasjonen, skriver Drijvers et al. (2014) om den *didaktiske prestasjonen*. En didaktisk prestasjon er hvordan selve konfigurasjonen blir brukt. Gjennom den didaktiske prestasjonen, kan læreren ta avgjørelser basert på konfigurasjonen og tilpasse både bruken av digitale verktøy og selve læringsstilen underveis (Drijvers et al., 2014). Dersom en ser på den didaktiske konfigurasjonen som rammefaktorene for undervisningsøkta, er den didaktiske prestasjonen hvordan læreren arbeider innenfor rammefaktorene.

Drijvers et al. (2014) har laget et *orkestreringskart* (Figur 2) som viser hvordan en kan bruke instrumentell orkestrering som et planverktøy i undervisningen. Figuren er en oversikt over det som er beskrevet om instrumentell orkestrering. I orkestreringskartet er det en oversikt over hvordan en kan bygge opp den didaktiske konfigurasjonen og utnytte den (forberedelse av økta) og hvordan en gjennomfører økta ved hjelp av den didaktiske prestasjonen. I tillegg er det med en del om refleksjon, som lar brukeren ta vurderinger av økta og finne ut hva som var bra og hva som kunne vært gjort annerledes.



Figur 2 Orkestreringskart, egen oversettelse laget etter figur 5 i Drijvers et al. 2014, s. 199.

Drijvers (2012) og Drijvers et al. (2010; 2014) har gjennom flere publikasjoner kommet fram til sju ulike orkestreringer en lærer gjør når han bruker digitale verktøy i undervisning i klasserommet. Disse orkestreringene beskriver måten læreren bruker digitale verktøy når han står foran klassen og mens elevene sitter og arbeider på plassene sine.

2.4.1 Teknisk-demonstrasjon (Technical-demo)

I den tekniske demonstrasjonen demonstrerer læreren teknikker for bruk av digitale verktøy. En didaktisk konfigurasjon for denne orkestreringen inkluderer tilgang til teknologi, muligheter for å projisere dataskjermen og at klasserommet er organisert på en måte som legger til rette for at elevene kan delta i demonstrasjonen. Som utnyttelse av konfigurasjonen kan læreren demonstrere en teknikk på en ny oppgave, eller bruke elevarbeid til å vise fram nye teknikker i påvente av hva som vil skje etterpå (Drijvers et al., 2014).

2.4.2 Koble-skjerm-tavle (Link-screen-board)

I orkestreringen koble-skjerm-tavle, understreker læreren forholdet mellom hva som skjer i det teknologiske økosystemet og hvordan dette representeres i den konvensjonelle kladdeboka, læreboka og tavla. I tillegg til tilgang på teknologien og projiseringsmulighetene, krever den didaktiske konfigurasjonen både tavle og en møblering i klasserommet som gjør både skjermen og tavla synlig for elevene. Lærerens utnyttelse av konfigurasjonen kan bruke elevarbeid som utgangspunkt, eller starte med selvvalgt oppgave eller problem (Drijvers et al., 2014).

2.4.3 Diskutere-skjermen (Discuss-the-screen)

Å diskutere-skjermen gjelder som orkestrering, dersom det er en helklassediskusjon om det som foregår på skjermen. Målet er å forbedre felles instrumentell forståelse. En didaktisk konfigurasjon inneholder også her tilgang til teknologi og projiseringsmuligheter, med fordel tilgang til elevarbeid og en klasserommøblering som legger til rette for diskusjon. Til utnyttelse av konfigurasjonen brukes elevarbeid, en oppgave, et problem eller en tilnærming bestemt av læreren som utgangspunkt for diskusjonen (Drijvers et al., 2014).

2.4.4 Forklare-skjermen (Explain-the-screen)

Orkestreringen forklare-skjermen gjelder for helklasseforklaring av læreren, styrt av hva som skjer på dataskjermen. Forklaringen er mer enn bare teknikker og involverer matematisk innhold. En didaktisk konfigurasjon kan være lik som for teknisk-demonstrasjon. Som utnyttelsesmetode kan læreren bruke elevarbeid som utgangspunkt for forklaringen, eller starte med sin egen løsning eller oppgave (Drijvers et al., 2014).

2.4.5 Oppdage-og-vise (Spot-and-show)

I orkestreringen oppdage-og-vise blir elevers tanker og resonnering synlig etter at læreren har oppdaget interessant elevarbeid under forberedelsen av undervisningen. Elevarbeidet må ha en hensiktsmessig bruk i klasseromsdiskusjon. I tillegg til tidligere nevnte kriterier, må en didaktisk konfigurasjon for oppdage-og-vise inneholde tilgang til elevarbeid i det teknologiske miljøet under forberedelse av undervisningen. Som utnyttelsesmetode kan læreren bruke elevene som har lagd arbeidet som vises, slik at de kan forklare sine tanker og resonnering, og spørre andre elever for å få reaksjoner eller tilbakemeldinger på elevarbeidet (Drijvers et al., 2014).

2.4.6 Sherpa-i-aksjon (Sherpa-at-work)

Under orkestreringen sherpa-i-aksjon brukes en såkalt sherpaelev (Trouche, 2004, s. 298), som gjennom digitale verktøy viser fram sitt arbeid eller gjennomfører instruksjoner fra læreren. En didaktisk konfigurasjon inkluderer tilgang til det teknologiske og projiseringsfasilitetene, helst med tilgang til elevarbeid og en klasserommøblering tilrettelagt for interaksjon. Klasserommøbleringen burde være slik at sherpaeleven kan kontrollere de digitale verktøyene, samtidig som de resterende elevene kan følge handlingene til både sherpaeleven og læreren. Som utnyttelsesmetode kan lærerne ha arbeidsmateriale presentert eller forklart av sherpaeleven og be han/henne gjøre spesifikke handlinger i det teknologiske miljøet (Drijvers et al., 2014).

2.4.7 Arbeid-og-gå-forbi (Work-and-walk-by)

I orkestreringen arbeid-og-gå-forbi, består den didaktiske konfigurasjonen og de tilhørende digitale verktøyene stort sett av at elevene sitter på plassene sine med de digitale enhetene, og læreren går forbi elevene rundt om i klasserommet. I noen tilfeller er en projektor koblet til en

PC eller en White Board tilgjengelig. Som utnyttelsesmetode jobber elevene individuelt eller i par med oppgavene. Under besvarelse av spørsmål kan læreren bruke tavla eller projektoren, men ofte er det bare individuell kontakt mellom læreren og enkelteleven (Drijvers et al., 2014).

3 Metode

I dette kapittelet skal jeg redegjøre for de metodiske valgene jeg har tatt for å kunne svare på mine forskningsspørsmål. Jeg skal argumentere for valgt metode, og beskrive den metodiske tilnærmingen. Etersom problemstilling og forskningsspørsmål stiller spørsmål rettet mot læreres egne tanker om egen undervisning, er det for meg naturlig at jeg er nødt til å prate med lærere. Valget mitt falt derfor på en kvalitativ forskningsmodell med det semistrukturerte intervjuet som verktøy. Metoden ligger under forskningsdesignet Johannessen, Tufte og Christoffersen (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2016) kaller *fenomenologi*.

Fenomenologi er studien av fenomener (Johannessen et al., 2016), i mitt tilfelle hvordan lærere vurderer sin egen kunnskap i undervisning av matematikk med digitale verktøy. Johannessen et al. (2016, s. 78) sier at fenomenologisk metode brukes for å studere verden slik folk oppfatter den, der målet er å gi en presis beskrivelse av aktørenes egne perspektiver, opplevelse og forståelseshorisont. Etersom jeg er ute etter lærernes tanker om sin egen undervisning, mener jeg at en fenomenologisk studie beskriver situasjonen min godt. Johannessen et al. sier at: «Målet er å få økt forståelse av og innsikt i andres livsverden. For å forstå verden må vi forstå mennesket. Det er mennesket som konstituerer virkeligheten, ikke omvendt.» (Johannessen et al., 2016, s. 79).

3.1 Metodisk tilnærming

«Kvalitativ forskning er preget av betydelig følsomhet ovenfor konteksten den gjennomføres i. Man er ofte tett på dem man «forsker på», enten de har meldt seg som informanter i en intervjuundersøkelse eller deltar i de situasjonene der det gjøres observasjon» (Tjora, 2012, s. 11).

Som forsker har man et ansvar for at sensitiv og personlig informasjon ikke misbrukes. Det var for meg, allerede fra starten, ganske klart at jeg skulle gjennomføre en kvalitativ undersøkelse. Jeg har lenge hatt en stor interesse for lærerkunnskap, da spesielt etter å ha lest litteratur fra Shulman (1986) og Ball et al. (2008), som begge reflekterer rundt hvilken kunnskap en lærer trenger, samt hva som er spesielt med kunnskapen til lærere. Shulman (1986) skriver om hvordan forholdene er mellom fagkunnskap og pedagogisk kunnskap. Han lurer på om det alltid har vært et skille mellom dem. Gjennom en litteraturstudie finner han ut at det stort sett har vært den faglige kunnskapen som har vært viktigst når en har målt

kvaliteten på lærere. Shulman (1986) selv er ikke overbevist om at det er fagkunnskapen som er viktigst. Han er kritisk til hvor grensa går på hvor mye en må kunne om et emne for at en skal kunne undervise i det. Må man kunne bare det man skal lære bort, eller må man kunne mer? Han kommer fram til at en lærer besitter to ulike former for kunnskap: pedagogisk kunnskap og fagkunnskap. Han mener at lærerutdannere bør kombinere de to formene for kunnskap til en *pedagogisk fagkunnskap (pedagogical content knowledge - PCK)* (Shulman, 1986).

Deborah Ball (Ball et al., 2008) har tatt forskningen til Shulman ett skritt videre, og funnet ulike kategorier av pedagogisk fagkunnskap. Gjennom sin forskning har hun konstruert en modell som deler opp fagkunnskap og pedagogisk kunnskap i underkategorier av disse. Forskningsmetoden til Ball og gruppen hennes er en todelt prosess. Den første delen kaller hun en kvalitativ undersøkelse, der de skal undersøke undervisningspraksis. Den andre delen av prosessen er å utvikle metoder for å måle lærerkunnskap basert på hypoteser de lager fra den kvalitative undersøkelsen i del en. Den kvalitative undersøkelsen til Ball et al. (2008) er en stor metodisk bragd, sett med en masterstudents øyne. De både observerer lærere, intervjuer lærere, er med på planlegging og etterarbeid av undervisning – i det hele tatt med i alt som inngår i en lærers undervisning av matematikk.

I mitt prosjekt ønsker jeg å studere læreres kunnskap. Jeg ønsker å si noe om læreres refleksjoner rundt sin egen kunnskap. For å kunne si noe om hva en lærer tenker, er det naturlig at jeg er nødt til å snakke med lærere. Etersom jeg ikke kan snakke med alle lærere, må jeg finne et utvalg jeg kan snakke med. Dette utvalget vil jeg intervju, og da gjennom et semistrukturert intervju, slik at det er rom for både diskusjon og refleksjon underveis i intervjuet. Etersom jeg skal stille spørsmål som inneholder begreper alle lærere muligens ikke er kjent med, gir jeg dem et spørreskjema på forhånd der de svarer på påstander om sin undervisning. Gjennom en vurdering av hvor enige de er med påstandene, kan jeg si noe om deres tanker rundt de ulike begrepene påstandene er kategorisert under. Min metodiske tilnærming avgrenses derfor til et semistrukturert intervju, der det gjennomføres et spørreskjema på forhånd som skal hjelpe informantene med begrepsavklaring.

3.2 Kvalitativ forskning

Tjora (2012) beskriver kvalitativ metode som ett av to ytterpunkter for forskningsmetoder: kvalitativ- og kvantitativ metode. Disse ulike metodene må ikke ses på som motsetninger, men heller to ulike måter å besvare ulike spørsmål (Tjora, 2012). Den kvalitative forskningen handler om å beskrive menneskelige prosesser eller problemer, og utforske disse i en virkelighetsnær setting (Postholm, 2005). Data i kvalitativ forskning kan samles inn på flere måter. En kan analysere ulike former for intervju, observasjon, notater, dagbøker, eposter rapporter og lignende (Cohen, Manoin, & Morrison, 2011). Det alle disse ulike metodene for datainnsamling har til felles er at de sier noe om mennesket. Enten det er menneskelige samtaler, tanker, handlinger eller atferd.

3.3 Intervju

Det finnes en rekke ulike måter å intervju noen på. Til min oppgave har jeg valgt et *semistrukturert intervju*, ettersom det gir meg muligheten til å rette intervjuet mot ulike temaer jeg på forhånd kan velge ut (Dalen, 2011, s. 26). Tjora kaller denne typen intervju *dybdeintervju*, og sier at man kan benytte denne typen intervju dersom man ønsker å studere meninger, holdninger og erfaringer (Tjora, 2012, s. 105). For at et semistrukturert intervju skal kunne følge en viss rød tråd, trengs det en intervjuguide. En intervjuguide kan lages på mange måter, men hovedformålet med guiden er at den hjelper intervjueren med å holde fokus under intervjuet. Til mine intervju lagde jeg en intervjuguide der jeg satte opp tolv ganske åpne spørsmål, som lar informanten drøfte samtidig som jeg kan komme med oppklarende spørsmål. Intervjuet mitt følger også strukturen Tjora (2012) presenterer, der en åpner med oppvarmingsspørsmål, går over til refleksjonsspørsmål, og avslutter med avrundingspørsmål. I mitt intervju består oppvarmingsspørsmål av spørsmål som skal gjøre meg kjent med intervjuobjektet, og samtidig gjøre intervjuobjektet komfortabel i settingen. I mitt tilfelle er det spørsmål om arbeidserfaring, matematisk erfaring, og den teknologisk-matematiske tilstanden på skolen. Spørsmålene krever ikke refleksjon, men fremstår som «uformelle og ufarlige» (McCracken, referert i Tjora, 2012, s. 112). Refleksjonsspørsmålene mine danner grunnlaget for analysen som kommer i etterkant. Her får intervjuobjektene reflektert, samtidig som jeg får muligheten til å stille passende oppfølgingsspørsmål og hjelpe til med ukjente begreper underveis. Som avrundingspørsmål spør jeg intervjuobjektene om det er noe de ønsker å tilføye til samtalen vi nå har hatt. I tillegg takker jeg for deltakelsen og avslutter det hele med en god tone. Ifølge Tjora (2012) kan avrundingspørsmålet normalisere

situasjonen mellom intervjuer og intervjuobjektet, dersom de vanligvis ikke ville ha snakket så personlig sammen.

3.3.1 Intervjuguide

Intervjuguiden min er utformet på en måte som er foretrukket av Tjora. Tjora sier: «Personlig liker jeg å ha ferdigformulerte, fullstendige spørsmål, med stikkordspregede hjelpespørsmål eller tilleggstemaer.» (Tjora, 2012, s. 113-114). Ved å gjennomføre et semistrukturert intervju, er målet mitt at intervjuobjektet skal reflektere over egen kunnskap, og kunne fortelle om sine erfaringer som matematikklærer. Dette vil i noen tilfeller kreve at jeg som intervjuer stiller *utdypende spørsmål*. Det finnes flere utdypende spørsmål man kan stille, men Rubin og Rubin, referert i Postholm (2005) nevner eksempler som 1) oppfølgingsspørsmål, 2) spørsmål med hensikt å oppklare motsetninger, 3) spørsmål som forsøker å fange opp hvordan deltakerne opplever ulike situasjoner, 4) spørsmål som kan fokusere på konkrete erfaringer, og 5) oppklarings spørsmål. Oppfølgingsspørsmål er for meg en naturlig del av intervjuprosessen, og de kommer spontant underveis i samtalen. Dersom det er noe som er uklart for meg som intervjuer, kan jeg stille et oppfølgingsspørsmål, slik at intervjuobjektet kan forklare fortløpende. Oppklarings spørsmål vil jeg også se på som spontane spørsmål som kan stilles underveis i intervjuet, der det finnes et behov. Dalen (2011) sier at det er viktig at man jobber grundig med utarbeidningen av spørsmålene. Det er spørsmålene som bestemmer hva som blir datamaterialet ditt, og dersom man ikke tenker gjennom hva en kan få som respons på de ulike spørsmålene kan man ende opp med både lite informative og lite nyttige intervju.

«Det er viktig å arbeide grundig med utarbeidningen av de spørsmålene som skal inngå i guiden i et kvalitativt intervjuprosjekt. Det informantene forteller deg, er datamaterialet ditt, og det bør være så rikt og fyldig som overhodet mulig.» (Dalen, 2011, s. 27).

For å kunne kvalitetssikre intervjuguiden er det tiltak en kan gjøre. Dalen (2011) presenterer noen sjekkpunkter for spørsmål i en guide. 1) Er spørsmålet klart og tydelig? 2) Er det ledende? 3) Krever spørsmålet spesiell kunnskap og informasjon som informanten kanskje ikke har? 4) Inneholder spørsmålet for sensitive områder som informanten vil vegre seg for å

uttale seg om? 5) Gir spørsmålsstillingen rom for at informanten kan ha enge og kanskje utradisjonelle oppfatninger? (Dalen, 2011, s. 27). Jeg var veldig bevisst på spørsmål 1, 2 og 3 i arbeidet med min egen guide, både med hensyn til informantene og til meg selv.

3.3.2 Spørreskjema

Der det kan være en utfordring å intervju flere objekter om det samme, kan spørreskjemaet være en løsning for å effektivisere intervjuprosessen. Postholm og Moen (2009), som eksplisitt snakker om hvordan spørreskjema kan brukes i FoU-arbeid med elever, sier at et spørreskjema kan hjelpe forskeren å få et innblikk i hva alle informantene erfarer (Postholm, & Moen, 2009). Videre sier de at spørsmålene i et spørreskjema må være tilknyttet de aktivitetene informantene (elevene) har deltatt i. I mitt tilfelle vil det si at spørsmålene må være tilknyttet de fagene læreren jobber med, og de kunnskapene læreren besitter. Jeg har tatt utgangspunkt i et spørreskjema som er utformet av Schmidt et al. (2009) som er ment for å undersøke læreres kunnskap. I spørreskjemaet til Schmidt et al. (2009) stilles det spørsmål som ikke er relevante for den gruppen lærere jeg skal intervju. Jeg valgte derfor å ta bort de spørsmålene som ikke hadde relevans, og beholde de som omhandlet den kunnskapen og erfaringen jeg krevde fra utvalget mitt.

Selve spørreundersøkelsen min består av 28 spørsmål, i form av påstander, der informantene kan velge blant besvarelsene *svært uenig*, *uenig*, *hverken uenig eller enig*, *enig* og *svært enig*. Spørsmålene er delt inn i syv kategorier: 1) teknologisk kunnskap (TK), 2) fagkunnskap (CK), 3) pedagogisk kunnskap (PK), 4) pedagogisk fagkunnskap (PCK), 5) teknologisk fagkunnskap (TCK), 6) teknologisk pedagogisk kunnskap (TPK) og 7) teknologisk pedagogisk fagkunnskap (TPCK). Etersom spørreundersøkelsen er delt inn i kategorier, vil det kunne hjelpe informantene å forstå begrepene som er overordnet hver enkelt kategori. Selve undersøkelsen er av typen Cohen et al. (2011) kaller en strukturert spørreundersøkelse. I en strukturert spørreundersøkelse er det flere svaralternativer enn bare en som bekrefter og en som avkrefter en påstand (Cohen et al., 2011). Ved å bruke en lukket og strukturert spørreundersøkelse, kan forskeren oppdage mønster innad i en besvarelse, og på tvers av alle besvarelser innad i en større gruppe. Forskeren kan også sammenligne besvarelsene fra de ulike informantene (Cohen et al., 2011). Spørreundersøkelsen legger altså til rette for at jeg kan sette opp statistiske tabeller som viser kategorier og lar meg sammenligne besvarelser fra alle som har besvart undersøkelsen. Jeg kan identifisere lærere som mener de har god

teknologisk kunnskap, og se om de også mener at de har god fagkunnskap innen matematikk. Jeg kan se om lærerne som mener de kan bruke teknologi og matematikk sammen på en god måte, også mener at de er gode til å undervise matematikk ved hjelp av den pedagogiske fagkunnskapen de besitter. Dersom spørreundersøkelsen hadde blitt gjennomført på et større nivå med flere representanter fra flere deler av landet, ville jeg kunne sammenligne på tvers av grupper. Siden jeg har fem informanter, vil besvarelsene i mitt tilfelle kun brukes til begrepsavklaring og oppfølgingsspørsmål under intervjuprosessen i etterkant.

3.4 Utvalg

Utvalget mitt består av fem lærere, som alle jobber på skoler i trondheimsområdet. Lærerne jeg har valgt har alle til felles at de underviser i matematikk på barneskolen, at de har minimum 30 stp. i matematikk og at de har tilgang på digitale verktøy som kan anvendes i matematikkundervisningen. Jeg har funnet noen lærere som har vært i yrket mellom 1 og 5 år, og noen som har vært i yrket i 10 år eller mer. I utgangspunktet har mengden arbeidserfaring ikke noe å si for forskningen min, men jeg synes det er interessant å ha representanter blant både nyutdannede og de som har vært lengre i yrket. Tjora sier:

«Hovedregelen for utvalg i kvalitative intervjustudier er at man velger informanter som av ulike grunner vil kunne uttale seg på en reflektert måte om det aktuelle temaet. Vi kaller slike utvalg for strategiske eller teoretiske. Informantene er ikke tilfeldig utplukket for å representere en populasjon, slik som i en kvantitativ surveyundersøkelse.» (Tjora, 2012, s. 145).

Utvalget mitt er et strategisk utvalg, der jeg har satt rammer og bestemmelser for hvilke mennesker som er kvalifiserte for å kunne besvare spørsmålene i intervjuguiden min, og som kan reflektere og skape et datamateriale jeg kan analysere for å besvare forskningsspørsmålene mine.

3.5 Analytisk tilnærming

For å analysere datamaterialet mitt har jeg brukt litt ulike strategier. Ettersom intervjuene mine ble gjennomført på ulike tidspunkt, der det i noen tilfeller var uker mellom hvert intervju, fikk jeg tid mellom intervjuene til å analysere de jeg allerede hadde gjennomført.

Ved å gjøre det på denne måten fikk jeg en analytisk prosess som kan minne litt om *grounded theory*. Gjennom det som kalles *theoretical sampling* samler forskeren inn datamateriale og analyserer det gjentatte ganger inntil han har nok til å kunne si noe om det som undersøkes (Glaser & Strauss sitert i Cohen et al., 2011, s. 599). I mitt tilfelle hadde jeg en begrensning på fem intervju, men jeg transkriberte og analyserte hvert enkelt intervju før jeg gjennomførte det neste. Dette gav meg muligheten til å ta med meg erfaringer fra de foregående intervjuene inn i de nye intervjuene. Dermed ble jeg mer erfaren på analysering, og kunne hoppe fram og tilbake mellom intervjuene i etterkant for å fortsette kodingen og analyseringen av hele datasettet.

Å kode vil si at man gir interessante funn i datamaterialet en kode, som gjør at man kan finne flere like funn og plassere de under samme eller liknende koder. Koding er altså en måte å identifisere og organisere funn i datamaterialet. Etter at man er ferdig å kode datasettet er det vanlig å samle sammen relevante koder i kategorier. Disse kategoriene kan bli utgangspunkt for forskningsspørsmål, og vil bli analysert i lys av teorien man har valgt for oppgaven undersøkelsen.

Før jeg analyserte intervjuene, transkriberte jeg dem. Selve transkripsjonen ble organisert gjennom å gi informantene kodenavn fra L1 til L5. Etter å ha transkribert hele intervjuet la jeg til linjenummer for å gjøre orienteringen i transkripsjonene enklere. Jeg brukte ikke noe program for å kode transkripsjonene, men gikk heller for å lete og finne kategorier og koder selv. Selve framgangsmåten i kodingen var lik den Tjora (2012) beskriver, der jeg fant *tekstnære koder*, koder som ble utviklet fra datamaterialet, og ikke teorien (Tjora, 2012). Jeg kodet først intervjuet til L1, fant koder som jeg tok med meg inn i kodingen av L2 for å finne like koder, og nye koder. Slik gikk jeg gjennom alle de fem intervjuene for å finne de ulike kategoriene jeg valgte å analysere. Etersom jeg bare hadde fem intervju var det mulig for meg å gå tilbake i datamaterialet og kode intervju på nytt ved å ta med koder fra intervjuene som ble kodet i etterkant (f. eks. ta med koder fra intervjuet til L4 for å kode intervjuet til L2 på nytt).

Etter kodingen samlet jeg sammen kodene mine i kategorier. Jeg endte opp med tre hovedkategorier for analysering av datamaterialet: *digital kompetanse, lærerkunnskap i planleggingsarbeid og den optimale undervisningsøkta*.

3.6 Reliabilitet

Jeg har hele tiden lurt på hvorvidt det jeg finner ut vil kunne sette et grunnlag for å beskrive hvordan matematikklærere begrunner sine teknologiske valg, ettersom jeg bare intervjuer fem lærere. Cohen et al. (2011) sier at dersom forskning skal ha reliabilitet, så må noen andre kunne gjennomføre en lignende undersøkelse med en lignende gruppe informanter, og finne lignende resultater (Cohen et al., 2011, s. 199). Jeg har valgt ut mine informanter basert på noen kriterier. De skal undervise i matematikk i barneskolen, de skal ha minimum 30studiepoeng i matematikk, og de skal ha tilgang på digitale verktøy. Jeg har tatt med 30studiepoeng i matematikk ettersom det tilsvarer faget matematikk 1 fra grunnskolelærerutdanninga, som er integrert i grunnskolelærerutdanning 1.-7. trinn. Utvalget mitt er derfor et *strategisk* utvalg, som jeg mener er i stand til å uttale seg på en reflektert måte om temaet som skal diskuteres (Tjora, 2012, s. 145). Ettersom jeg bare intervjuer fem informanter har jeg vanskelig for å se at noen skal kunne finne lignende resultater. Heldigvis gjelder denne måten for reliabilitet mest for kvantitative undersøkelser. For kvalitative undersøkelser snakker vi heller om *pålitelighet* i stedet for direkte gjenskapning av resultater under like rammer (Tjora, 2012, s. 203). At jeg som forsker har satt meg inn i temaet jeg skal forske innen. At jeg klarer å informere leseren om min kunnskap og min posisjon i forskningen. Å være pålitelig i kvalitativ forskning handler om å ikke replisere datamateriale og å bruke relevant teori på riktig måte i en analyse av datamaterialet. Tjora oppsummerer pålitelighet som: «Det blir viktig å fortelle om forhold internt i undersøkelsen for å styrke påliteligheten.» (Tjora, 2012, s. 206). Jeg tror at noe av det verste som kan skje med en som forsker innen samfunnsvitenskapen, er å miste tilliten til andre innenfor det samme fagområdet. Det å være forsker handler i stor grad om å publisere egen forskning, og dersom man blir ansett som en fuser eller løgner, vil det ikke være like lett å få publisert materialet sitt. Faren er også stor for å få kritikk og negativ publisitet dersom man får publisert arbeidet sitt.

Cohen et al. skriver om noe de kaller *inter-rater reliability*. Dette er reliabilitet i form av at en annen observatør, med det samme datamaterialet, som observerer det samme fenomenet, vil tolke dem på den samme måten (Cohen et al., 2011, s. 202). Dette er en form for reliabilitet jeg i stor grad ønsker å få gjennom i min egen forskning. For at jeg skal få til det, krever det at jeg virkelig forstår teorien jeg ønsker å bruke. Når jeg leser teori, må jeg være så objektiv som mulig, og ikke danne meg min egen mening om hva som er riktig og hva som er galt innenfor

mine teoretiske rammer. Dersom jeg klarer å forstå teorien på den måten forfatteren ønsker at jeg skal forstå den, er det stor sannsynlighet for at den neste forskeren danner seg en lignende forståelse. Dersom vi begge i tillegg har den samme forståelsen for det teoretiske rammeverket, er det også stor sannsynlighet for at vi vil tolke et ulikt datamateriale, framstilt fra et ulikt utvalg, på en lik måte.

3.7 Ethiske refleksjoner

Det følger med et visst ansvar dersom en skal intervju mennesker. Som forsker har jeg et ansvar for at informantene blir ivaretatt, og at det ikke dukker opp ubehagelige spørsmål som setter informanten i en ukomfortabel situasjon. Gjennom et personlig intervju er det ikke usannsynlig at det kommer fram sensitiv informasjon om intervjuobjektet. Som forsker har man da et ansvar for at den informasjonen ikke blir misbrukt. Etter at personopplysningsloven ble innført i 2001, er det meldeplikt for prosjekter som omfatter personopplysninger som behandles med elektroniske hjelpemidler (Dalen, 2011, s. 100). Jeg har søkt om tillatelse fra Norsk Senter for Forskningsdata (NSD), og fått tillatelse til å gjennomføre spørreundersøkelse digitalt og intervju med lydopptak på mobiltelefon og datamaskin. Jeg har også informert informantene i god tid om hva de skal intervjues om og måten intervjuet skal gjennomføres på. I følge Postholm (2005, s. 146) har informantene inngått et *informert samtykke*, dersom de i forkant av datainnsamlingen har fått informasjon om hva de sier ja til og hva de tar del i. Jeg har valgt å gjennomføre intervjuene på informantenes arbeidssted både for at det skal være beleilig for informanten, men også for å ikke ta han/henne ut av arbeidsplassen, og rollen som lærer. Jeg har tidligere erfart at det er krevende å intervju personer andre steder enn på arbeidsplassen ettersom det stort sett må foregå etter arbeidstid, og må derfor planlegges ut i fra kalenderen til både intervjuer og informant. Ved å gjennomføre intervjuet på arbeidsplassen sin, trenger ikke informanten å endre så mye på dagsplanene sine, og tankene og fokuset vil ikke være påvirket av hendelser som kan ha inntruffet på vei til intervjuet. Ettersom det er jeg som har fått tillatelse til å intervju privatpersoner på et personlig nivå, tar jeg det som min plikt at jeg er høflig, og viser respekt for informantenes besvarelser, enten jeg personlig er enig eller uenig.

3.8 Metodekritikk

Etter å ha samlet inn datamaterialet og analysert datasettet sitter jeg igjen med tanker om hva jeg kunne gjort annerledes. I arbeidet med intervjuguide burde jeg ha vært mer bestemt på

akkurat hva jeg ønsker å finne ut, og tilpasset spørsmålene etter det. Under selve gjennomføringen av intervjuene fikk jeg samlet inn masse informasjon om informantene, men under analysearbeidet var det vanskelig å plukke ut informasjon som var relevant for det jeg ønsket å finne ut. I tillegg burde jeg ha utarbeidet flere spørsmål som tok intervjuet i dybden på det jeg ønsket å finne ut. Flere av spørsmålene mine var lagt opp til at informanten kunne reflektere veldig åpent rundt spørsmålene, uten at jeg som intervjuer var god nok til å stille spørsmål underveis for å presisere og få mer av det jeg ønsket.

4 Analyse

I dette kapittelet presenteres analysen av datamaterialet. Analysen er tredelt, der det er en del som ser på hva informantene ser på som digital kompetanse, og hvordan deres refleksjoner er sammenlignet med definisjonene fra Kunnskapsløftet og Framtidens Skole; en del som ser på hvilken kunnskap informantene mener er viktigst i forbindelse med planlegging av matematikkundervisning med bruk av digitale verktøy; og en del som ser på hvilke tanker informantene har om den optimale undervisningsøkta der de bruker digitale verktøy i matematikkundervisningen. Alle de tre delene er analysert ved hjelp av teori fra teorikapittelet, og skal tas med videre inn i drøftingskapittelet.

4.1 Digital kompetanse

Jeg skal her se på hvordan de ulike lærerne i undersøkelsen min beskriver digital kompetanse. I intervjuet fikk de et veldig åpent spørsmål der jeg spør dem om hva de selv ser på som digital kompetanse. Jeg gav dem rom for å komme med sine helt egne beskrivelser av fenomenet, og fikk i mange tilfeller veldig like besvarelser, men også noen som skilte seg litt fra de andre. Jeg skal bruke definisjoner fra Kunnskapsløftet og Ludvigsenutvalget, samt relevant teori for å analysere argumentene til lærerne.

4.1.1 L1 om digital kompetanse

L1 har et syn på digital kompetanse som er veldig rettet mot trygghet. Hun sier at å være digitalt kompetent er at man kan bruke digitale hjelpemidler i hverdagen. Digital kompetanse er altså ikke en kompetanse rettet mot profesjon eller yrke, men en generell kompetanse som gjelder i alle mulige livssituasjoner. I tillegg sier hun noe om at du ikke er digitalt kompetent dersom du trenger hjelp hver gang du skal bruke noe digitalt. Hun argumenterer for påstanden sin med at «da gjør du det fordi du må, ikke fordi du ønsker å gjøre det» (Transkripsjon L1). L1 har en del til felles med Ludvigsenutvalgets definisjon av kompetanse, der de inkluderer holdninger, verdier og etiske vurderinger som en del av kompetanse. L1 legger klart frem at digital kompetanse har med holdninger til teknologien å gjøre, og at dersom man ikke ønsker å utvikle den digitale kompetansen sin, så er en ikke digitalt kompetent i utgangspunktet.

- 10 L1: Det er det å kunne bruke digitale hjelpemidler i hverdagen. At du bruker det
11 ofte, og at du er trygg på å bruke dem. At det ikke er et styr «å nei, da må jeg

- 12 starte kassettpilleren» liksom, eller at det er et styr. Det er på en måte et
 13 virkemiddel som du bruker, og har det både hjemme og på jobb da, som
 14 hjelper deg.
- 16 L1 Ja, det er viktig. At du ikke tenker «å nei, jeg må starte maskina, da må jeg ha
 17 hjelp», at du tenker at du må ha hjelp hver gang du skal bruke det. Da er du
 18 ikke digitalt kompetent. Da gjør du det fordi du må, ikke fordi du ønsker å
 19 gjøre det. Ikke fordi du ønsker å ha det som en del av hverdagen din.

(Transkripsjon L1)

Kunnskapsløftet sier at digitale ferdigheter handler om å mestre utfordringer både innenfor utdanning, yrke og samfunnsliv, men også på det personlige plan (Utdanningsdirektoratet, 2016b). L1 beskriver digital kompetanse som et virkemiddel, men det er et virkemiddel man bruker både hjemme og på jobb. Det å være digitalt kompetent er altså mer enn å kunne bruke digitale verktøy i matematikkundervisning.

4.1.2 L2 om digital kompetanse

L2 har et syn på digital kompetanse som skiller seg litt fra L1. Han har til felles med Bjarnø et al. (2017) at barn kan mer IKT enn han selv. Den IKT barna kan skiller seg likevel fra den han selv kan, noe Bjarnø et al. kan forklare ved at det er forskjell i hva barna har av teknologi i hjemmet (Bjarnø et al, 2017, s. 13).

- 19 L2: Men jeg synes at nå har
 20 det på en måte snudd litt. De kan fortsatt mer IKT enn oss, men de kan, det har
 21 på en måte ... de kan annen type IKT enn det som ... det virker som at den
 22 kunnskapen har liksom gått en annen vei enn de læremidlene vi bruker da.
- 33 I: Enn for lærere? Hvordan tenker du digital kompetanse for lærere? Hva er det?
- 34 L2: Da tenker jeg at. Å ha oversikt over de verktøy som finnes, og kanskje hive
 35 seg ut i noe som man ikke er trygg på. Mye sånn. Mange sånne digitale
 36 verktøy kan man på en måte forske litt sammen med ungene, så finner man ut
 37 av det etter hvert. Eksempel på det er noen av de type mattespillene som ligger
 38 på iPadene som egentlig ikke jeg kan noe bedre enn elevene, men sammen så
 39 blir det (uklart).

(Transkripsjon L2)

L2 sier og så at digital kompetanse handler om å ha oversikt over de verktøy som finnes. Dette henter til at L2 mener at digital kompetanse har noe med TCK å gjøre, ettersom en lærer som har TK har kunnskap om både standard teknologi og mer avansert teknologi som internett og digital video, mens en som har TCK vet hvordan disse kan brukes for å fremme fagkunnskap. At en lærer har TCK handler i stor grad om å ha oversikt over hvilken teknologi som kan brukes, og hvordan den brukes. L2 sier videre at digital kompetanse handler om å hve seg ut i noe man ikke er trygg på. Dette er også noe som er veldig sentralt i TK, ettersom en lærer må følge med på den teknologiske utviklingen, og ha kunnskaper om framvoksende teknologi. Kompetanse handler jo som nevnt ifølge Kunnskapsløftet om både kunnskaper og ferdigheter.

4.1.3 L3 om digital kompetanse

For L3 handler digital kompetanse om evnen til å kunne lære bort det en kan. Som lærer er en altså digitalt kompetent dersom en er i stand til å lære elever hvordan de skal bruke digitale verktøy ved å bruke sine egne kunnskaper og ferdigheter om bruken av de aktuelle verktøyene. Hun sier at digital kompetanse handler om interesse for å lære. Det er i tråd med både Kunnskapsløftets beskrivelse av digitale ferdigheter og Ludvigsenutvalgets definisjon av kompetanse, hvor ferdigheter innebærer å utvikle digital dømmekraft og kompetanse inkluderer holdninger.

20 L3: At en kan å lære bort da. At en kan, i tillegg til at en, hvis en har, at en er
21 digitalt kompetent. At en kan i tillegg videreformidle da. Det man kan. Og
22 vise fram, jeg føler ikke at det er noe jeg er veldig god på da. Jeg har jo vokst
23 opp med data, så jeg har liksom ikke vært på datakurs, som generasjonen før
24 meg sikkert har vært i. Så jeg har jo, samme som de jeg underviser nå, de
25 vokser opp med PC. Når de kommer på skolen så kan de ofte mer enn meg.
26 Og er interessert i å, veldig interessert i å lære det også.

(Transkripsjon L3)

Det ser også ut som at L3 har det synet på digital kompetanse som omtales av Bjarnø et al. som sier at noen hevder at elever er mer digitalt kompetent enn læreren (Bjarnø et al., 2017).

Et kriterium som ikke tas med i denne tankegangen er det med hva den digitale kompetansen er knyttet til. Er det snakk om en generell digital kompetanse eller en digital kompetanse knyttet til bruken av digitale verktøy i det aktuelle temaet? Med andre ord: er det snakk om TK eller TCK? L3 prater om at hun er en del av generasjonen som har vokst opp med datamaskiner, og at det gjør at hun ikke har hatt behov for å delta på noe kurs i bruk av datamaskiner. Det er ikke urimelig å anta at den digitale kompetansen L3 har opparbeidet seg gjennom bruk av datamaskin i hjemmet i barndommen skiller seg fra den digitale kompetansen hun har utviklet som lærer, som er mer rettet mot fagkunnskap og pedagogisk kunnskap. Bjarnø et al. (2017) sier at slike utsagn trolig ikke skiller mellom spesifikk kunnskap om tekniske detaljer og en nødvendig overordnet og kritisk brukerkompetanse (Bjarnø et al., 2017).

4.1.4 L4 om digital kompetanse

L4 har en veldig klar mening om at digital kompetanse handler om å ta i bruk noe. Akkurat hva en tar i bruk kommer ikke klart fram i utsagnet hans fra linje 29 til 34, men det er ikke tvil om at det handler om anvendelse. Han sier at «kompetanse er på en måte noe du kan bruke og anvende», så det er mulig L4 ser på digital kompetanse som et verktøy en kan ta i bruk. Dette er en måte å se på digital kompetanse som han deler med L1, som også sa at «Det (digital kompetanse) er på en måte et virkemiddel som du bruker». På spørsmål om det er et skille mellom digital kompetanse generelt og digital kompetanse i matematikk, sier L4 at det er en forskjell, og den kan bestemmes av hvilke verktøy en kan bruke.

- 29 L4: Digital kompetanse, nå har jeg jobba på det IKT-studiet, og der har vi på en
30 måte jobba litt med det begrepet også egentlig, og sånn jeg forstår det, så er
31 det på en måte hvordan du tar det i bruk da. Spesielt, jeg ser jo på, i forhold til
32 lærerjobben, hvordan du tar det i bruk der. Hva du tar i bruk. Kompetanse er
33 på en måte noe du kan bruke og anvende, tenker jeg da. Så er det liksom hva
34 du kan og hva du, på en måte hvordan du får brukt det da. Er det jeg tenker på
35 med en gang jeg får høre det.
- 36 I: Er det et skille i digital kompetanse generelt og digital kompetanse i
37 matematikk?
- 38 L4: Ja. Jeg tenker at det er et skille der på en måte. Når jeg tenker digital
39 kompetanse i matematikk, så tenker jeg på en måte de ferdighetene du har til å

40 også løse matematiske problem med digitale verktøy da. Eksempelvis elevene
41 har jo digital kompetanse i matematikk hvis de får til å bruke GeoGebra da.
42 Og de er flinke til å se mulighetene der. Da har du en større digital
43 kompetanse innenfor matematikk, mens hvis du ser på den generelle digitale
44 kompetansen, så er det på en måte flere aspekt da, tenker jeg. At det snevrer
45 det litt inn, når det er snakk om matematikk. Det er i hvert det som faller først
46 inn til meg.

(Transkripsjon L4)

L4 bruker et eksempel med at elever har digital kompetanse i matematikk dersom de får til å bruke programmet GeoGebra. Det å kunne bruke programmet i seg selv er ikke det som gjør en digitalt kompetent, men at en kan bruke programmet for å løse matematiske problemer.

4.1.5 L5 om digital kompetanse

L5 er ganske kritisk i sin beskrivelse av digital kompetanse. Digital kompetanse er mer enn å bare kunne bruke et verktøy som et dataprogram. Det handler om å vite hvordan man bruker digitale verktøy *hensiktsmessig*. Digital kompetanse for L5 minner mye om beskrivelsene til Utdanningsdirektoratet (2016a) av digitale ferdigheter. Den digitale ferdigheten handler i stor grad om å vite hvilke digitale verktøy som skal brukes i ulike situasjoner, for å løse ulike problemer. L5 sier seg selv uenig i definisjonen av digitale ferdigheter som er gitt av Utdanningsdirektoratet, og sier at det å kunne bytte fonter og skriftstørrelse er en ferdighet, ikke en kompetanse. Ettersom skillet mellom ferdighet og kompetanse er ganske flytende, er det ikke rart at begrepene brukes om hverandre i hverdagstale.

44 L5: Ja. Nei. Tror ikke jeg vet det selv. Digital kompetanse ... Kompetanse er jo, da
45 vet du hvordan du bruker det du har lært deg. Så en digital kompetanse er jo,
46 det er jo ikke det at du kan åpne Word eller Office eller ett eller annet og
47 skrive der. Men en kompetanse er at du vet at, okei, til det så bruker jeg det
48 verktøyet, til det så bruker jeg det verktøyet. Og det er jo ganske viktig i
49 skolen i hvert fall. At elever, og vi lærere, vet hva slags verktøy vi bruker til
50 de ulike tingene vi holder på med. Sånn at du velger å bruke det som er
51 hensiktsmessig av digitale verktøy.

55 L5: Ja. Digital kompetanse har ingen verdens ting med at du vet at du skal bruke,
56 hvilke fonter eller skriftstørrelse. Det har ingenting med det å gjøre. Det er en
57 ferdighet. Mens kompetanse er da å bruke det du får mest igjen for.

(Transkripsjon L5)

L5 har altså et syn på at digital kompetanse er å ha digitale ferdigheter, selv om han mener at digital kompetanse ikke har noe med ferdigheter å gjøre. Det er mulig at L5 blander litt om på begrepene når han reflekterer. Poenget L5 prøver å få frem er at digital kompetanse er mer enn bare å kunne skru på en datamaskin og bruke den til å skrive på. Det er mer enn å kunne endre på et tekstdokument. Digital kompetanse er at man vet hvordan man bruker et digitalt verktøy såpass godt at man kan vurdere når det lønner seg å bruke det, og når det ikke lønner seg.

4.1.6 Oppsummering og sammenligning av digital kompetanse og TPACK

De ulike lærerne har veldig ulike syn på hva digital kompetanse er. Men, dersom man setter sammen elementer fra de ulike beskrivelsene kommer man ganske nærme de to definisjonene til Utdanningsdirektoratet og Ludvigsenuvalget for henholdsvis digitale ferdigheter og kompetanse. Gjennom analyseringen av intervjuene har jeg funnet likheter mellom begrepet digital kompetanse og TK. En som er digitalt kompetent vet hvilke digitale verktøy som skal anvendes i ulike situasjoner. Han kan bruke digitale verktøy for å løse oppgaver og vet hvilke framvoksende teknologier som er tilgjengelig i prosessen. Kunnskap er en svært sentral del av digital kompetanse, så det er ikke urimelig å anta at teknologisk kunnskap kan være en del av digital kompetanse. TK handler i stor grad om kunnskap om hvilken teknologi som finnes, og hvordan den brukes. Men, det er også definert som kunnskap om alle de ulike digitale verktøyene som kan brukes i klasserommet. Hvis man i tillegg legger til pedagogisk kunnskap og fagkunnskap får man TCK og TPK. Disse to formene for teknologisk kunnskap hos en lærer tar i tillegg med hvordan de digitale verktøyene kan brukes for å fremme faglig forståelse, og hvordan de kan brukes for å bedre læringsstilen og undervisningen i klasserommet.

4.2 Kunnskap for planlegging

Lærerne fikk mulighet til å reflektere rundt sin egen kunnskap, da rundt spørsmålet: *Hvilken kunnskap mener du er viktigst i forbindelse med planlegging av digitale verktøy i matematikkundervisning?* (Vedlegg 1, intervjuguide). Som utgangspunkt for diskusjon ble alle introdusert til de ulike formene for kunnskap gitt gjennom TPACK-rammeverket. Jeg skal nå se på hva de ulike lærerne har svart, og se om det er noen fellestrekk i argumentasjonen deres.

4.2.1 L1 om kunnskap for planlegging

L1 mener at den matematiske kunnskapen hennes er veldig sentral i planleggingen av matematikkundervisning med digitale hjelpemidler. Hun sier at hun i en matematikktime ønsker at elevene skal lære seg noe matematisk, og for at de skal det kreves det at hun i planleggingsfasen bruker sin matematiske kunnskap. Videre sier hun at hun føler at det digitalkompetente mennesket vil komme av seg selv når de får brukt digitale hjelpemidler. Med det mener L1 at dersom barna får bruke mye digitale verktøy, både på skolen og hjemme, så utvikler de seg en digital kompetanse som gjør dem egnet til å kunne benytte digitale verktøy i matematikk av seg selv. Hun sier at dersom hun selv er trygg på å bruke digitale verktøy, har elevene lettere for å bli trygge på å bruke digitale verktøy. Gjennom L1s beskrivelse av digital kompetanse kom det klart frem at digital kompetanse handler om å være trygg på å bruke digitale verktøy. Denne tryggheten virker det ikke som kommer gjennom bruk av teknologisk kunnskap i planleggingsfasen av undervisningen. Den pedagogiske kunnskapen legger hun ikke så mye vekt på sier hun, ettersom hun planlegger matematikkundervisning for et helt trinn, der både hun og flere andre lærere skal undervise for ulike elevgrupper. De andre som bruker undervisningsoppleggene til L1 er alle pedagoger, og det faller da intuitivt for de andre lærerne hvordan de pedagogiske rammene for økta blir.

Etter litt om og men kommer L1 fram til at hun mener digital kompetanse er veldig viktig, selv om det er sjelden hun har undervisning der målet for økta er at elevene skal bli digitalt kompetente. Hun mener at det digitale elevene skal lære må være knyttet til det faglige, så hun må bruke en form for teknologisk kunnskap i planleggingen, da gjerne TCK. L1 sier ikke at den matematiske kunnskapen hennes er den viktigste i planleggingsfasen, men det er den som kommer først.

«Det må jo være et mål med det de gjør som er et annet fag enn digital kompetanse. Det må være matte i tillegg. Så akkurat det med matematikkundervisning, hvis du er trygg på det selv, men at barna vil lære av det digitale av å gjøre det i et annet fag» (Transkripsjon L1).

For L1 kan det se ut som det er en kombinasjon av matematisk fagkunnskap og teknologisk kunnskap som legger et grunnlag for kunnskapen hun bruker i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy. L1 sier selv at det blir CK med et hint av TK, så mer CK enn TCK.

Faktorer som påvirker planleggingen hos L1 i tillegg til kunnskapen er i stor grad tilgjengeligheten av digitale verktøy. Som hun sier selv, så må hun vite om hun har alle 24 Chromebooks tilgjengelig, eller om hun bare har 12. Det avgjør hvorvidt elevene kan arbeide individuelt eller om de må jobbe sammen to og to. I noen tilfeller er det ønskelig at de jobber sammen to og to, men da er det den pedagogiske fagkunnskapen som bestemmer arbeidsformen, og ikke tilgjengeligheten av digitale verktøy. L1 har en årsplan for matematikk som hun følger, men i den er det ikke beskrevet noe om hvordan elevene skal arbeide med de ulike kompetansemålene. Derfor må hun ta beslutninger om bruk av digitale verktøy basert på tilgjengeligheten i forkant, og om det er hensiktsmessig å bruke dem med tanke på hva de skal lære i økta.

For L1 er det altså CK, tilgjengelighet på digitale verktøy og kompetansemål som ligger til grunn for planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy.

4.2.2 L2 om kunnskap for planlegging

L2 derimot sier klart at når han planlegger matematikkundervisning så er det CK og PK han tenker på først. Han begrunner det med at det handler mye om enkelteleven og tilpasset opplæring⁶. L2 tenker på hvordan han kan tilpasse det faglige innholdet til elevgruppa si, før han til slutt tenker teknologi.

⁶ Tilpasset opplæring er et lovfestet krav alle elever i norsk skole har, som sier at opplæringa skal tilpasses evnene og forutsetningene hos den enkelte elev – Opplæringsloven § 1-3

«Når jeg planlegger matematikk, så er det helt klart disse to her (fagkunnskap og pedagogisk kunnskap) som jeg tenker egentlig på først. Også kommer teknologisk kunnskap som en forlengelse på ... alt etter hvor jeg kommer hen på hva som er lurest å gjøre for å nå målene gjerne da» (Transkripsjon L2).

L2 sier også at han likevel har tilfeller der han tenker teknologi først, men det er tilfeller der undervisningen foregår på undervisningsrom tilrettelagt for undervisning gjennom bruk av digitale verktøy. I slike tilfeller er det ifølge L2 lett å tenke at en må bruke de digitale verktøyene som er tilgjengelig, noe som kan føre til lite gjennomtenkt utnyttelse av faglig innhold og undervisningsøkter som ikke går som planlagt.

Faktorer som påvirker planleggingen hos L2 er tilgjengelighet av digitale verktøy, ettersom hele trinnet deler på et skap med Chromebooks. Det gjør at de må se an fra uke til uke hvem som får bruke de i undervisningen sin, og gir et visst usikkerhetsmoment med tanke på bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen. L2 sier at han har laget seg en årsplan som tar utgangspunkt i lærerveiledninga til læreverket Multi⁷. Denne årsplanen tilpasser han litt til sitt eget bruk, og ser på Kunnskapsløftet som et alternativ som kan fylle rommene der Multi ikke strekker til.

For L2 er det en PCK som ligger til grunn for planleggingen av matematikkundervisning med digitale hjelpemidler. Samtidig er det også avgjørende hvorvidt han har tilgang på de digitale ressursene på trinnet, ettersom det er behov for å fordele det mellom de ulike klasseinndelingene og fagene som foregår samtidig.

4.2.3 L3 om kunnskap for planlegging

L3 har en ganske lik formening om sin egen kunnskap i planlegging av matematikkundervisning med digitale verktøy som L1. L3 sier at en stor del av hennes planlegging går ut på å prøve ut de aktuelle digitale aktivitetene hun skal bruke i undervisningen. Denne utprøvingen finner vi igjen i beskrivelser om TCK, som sier at en har teknologisk fagkunnskap dersom en kan velge ut hvilke digitale verktøy som egner seg for

⁷ Multi er et læreverktøy i matematikk utviklet av Gyldendal, som består av flere komponenter som lærebøker med lærerveiledning, Multi Smart Tavle og Multi Smart Øving.

akkurat den type undervisning en skal gjennomføre. For at en skal vite hvilke digitale verktøy som egner seg best, må man prøve ut flere ulike. Målet til L3 er at alle elevene skal ha et utbytte av undervisningen. Hun sier at hun bruker kompetansemål i utviklingen av en årsplan hun legger opp for skoleåret. Ut fra årsplanen finner hun ut hvilke matematiske programmer som egner seg best får å arbeide med de ulike læringsmålene. L3 sier selv at det er hennes TCK som ligger mest til grunn i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy, men det ser også ut som at det er en PK som legger rammene for hele undervisningsåret. L3 sier at bruken av digitale verktøy i undervisningen skal være hensiktsmessig, og at hun synes bruken av digitale verktøy gir henne mulighet for større bredde i tilpasset opplæring.

Faktorene som påvirker planleggingen til L3 er som regel kompetansemål. Hun sier at hun prøver å få en variasjon i undervisningen slik at det ikke skal bli så ensformig. Ettersom L3 arbeider veldig kontekstbasert i matematikkundervisningen si, sier hun at det er godt å kunne gjennomføre mengdetrening på Chromebook.

L3 mener selv at det er TCK sammen med kompetansemål som er viktigst i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy.

4.2.4 L4 om kunnskap for planlegging

For L4 er det fagkunnskapen som er den viktigste kunnskapen i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy. Han sier at det er viktig at han selv kan det han skal lære bort. I tillegg er det også viktig for L4 at han vet hvordan han skal lære det bort. Han kommer fram til at det er fagkunnskapen som havner i første rekke i planleggingsfasen, ettersom det er den som avgjør hva som er det matematiske innholdet i undervisningen. Deretter blir det matematiske innholdet tilpasset elevgruppa, og L4 bruker sine pedagogiske kunnskaper for å legge til rette undervisningen slik den passer best for gruppa. Uavhengig av hvilke digitale verktøy han har tilgjengelig er det den gode matematiske forståelsen han er ute etter, og føler at fagkunnskapen hans kan hjelpe elevene å oppnå god forståelse.

«Fordi jeg føler at for å kunne få til den der, så må du jo kunne det selv også. Og se, hvis du kan det godt, så kan du se de forskjellige tankegangene til elevene. Og da blir

det enklere å treffe de. Så det er veldig sånn, de (pedagogisk kunnskap og fagkunnskap) henger veldig tett sammen, så de er veldig viktig begge to. Men så kommer den der digitale på siden da (...) og da kommer jo den rundt, den teknisk, den teknisk pedagogiske inn» (Transkripsjon L4).

L4 henter etter hvert om at TPK er ganske viktig også, ettersom han er nødt til å tenke teknologisk i planleggingsfasen for å undervise med hensikt. L4 sier at det er viktig for han at han selv leker seg med de digitale verktøyene han skal bruke. Det er for at han selv skal ha en større trygghet når han underviser, men også for at han kan være bedre forberedt for å kunne veilede elevene i bruken av de digitale verktøyene, ettersom han vet hvor det kan gå galt og hvordan man kan løse problemer som en konsekvens av sin egen lek med teknologien.

«Samtidig ser jeg de tingene jeg ikke har fått jobbet mye med. Det går bra med dem også. For da kan jeg som lærer si: ja dette, det er ikke noe farlig å si det her på en måte, det her må vi finne ut sammen. (...) Så det er det som på en måte gjør den der tekniske kunnskapen, at den på en måte havner bak den der pedagogiske kunnskapen og det andre, fordi du kan, sammen med elevene, så kan du bruke de tingene der. (...) Ved å leke og utfordre og oppleve litt» (Transkripsjon L4).

L4 virker som han ønsker å si at det er PCK som er den viktigste kunnskapen han bruker i planleggingen, men gjennom refleksjonen sin uttrykker han at TK, og da gjerne TCK er veldig sentral, ettersom han prøver ut alt elevene skal arbeide med, og velger ut det han anser som mest passende for elevgruppa og det faglige innholdet. Basert på utsagnene til L4 kan det se ut som han har en oppfatning om at det er PCK som er viktigst, men at han egentlig benytter en viss grad av TPCK, eller i det minste PCK etterfulgt av TPCK.

Faktorer som påvirker planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy for L4 er kompetansemål fra Kunnskapsløftet som er implementert i en årsplan han setter opp i forkant av skoleåret. Han sier selv at de digitale verktøyene ikke påvirker planleggingen av matematikk, ettersom han ser på dem som et supplement til undervisningen, og ikke en nødvendighet.

Det ser ut som L4 anser sin PCK som viktigst i planleggingsfasen av matematikkundervisning med digitale verktøy, selv om han fort trekker inn TCK og ender opp på noe som kan ses på som TPCK. I tillegg er også en selvlagd årsplan med utgangspunkt i Kunnskapsløftet veldig sentral i planleggingen.

4.2.5 L5 om kunnskap for planlegging

L5 mener at det er hans fagkunnskap som er den viktigste kunnskapen i planleggingsarbeidet. Gjennom refleksjonen sin sier han blant annet at han må være klar over hva elevene skal lære matematisk, ettersom det er det som er målet. Med mål mener han kompetansemål fra Kunnskapsløftet. Han sier at det er fagkunnskapen som er viktigst, etterfulgt av hans pedagogiske kunnskap og til slutt den teknologiske kunnskapen. Han argumenterer for at det er Kunnskapsløftet som forteller hva elevene skal lære, og han må bruke sin fagkunnskap for å forstå hva kompetansemålene sier. Deretter trenger han den pedagogiske kunnskapen for å kunne formidle fagkunnskapen Kunnskapsløftet sier han skal formidle, og som elevene skal kunne. Den teknologiske kunnskapen hans blir brukt til slutt, dersom elevene skal arbeide med digitale verktøy. L5 er i en situasjon der han har et 1:1 forhold mellom elever og Chromebooks, noe som vil si at han alltid har Chromebooks tilgjengelig til bruk i undervisning.

«Ja, for det er jo litt sånn, hvis at jeg skulle ha bestemt meg for «nei, nå skal jeg bruke PC i denne timen her, også skal jeg holde på med brøk». Det er ikke nødvendigvis hensiktsmessig å holde på med brøk på PC» (Transkripsjon L5).

Utsagnet til L5 som er sitert ovenfor viser at L5 argumenterer med støtte fra TPACK rammeverket og beskrivelser om TCK. En matematikklærer som har TCK vet hva som er hensiktsmessig å bruke, og for L5 er det en avgjørende faktor i planleggingsfasen.

Faktorer som påvirker L5s planlegging av matematikkundervisning med digitale verktøy er hovedsakelig kompetansemål. L5 bruker kompetansemål aktivt i planleggingen av matematikkundervisning, men presiserer også at han ikke presenterer læringsmål for elevene i starten av øktene, ettersom han mener at målstyrt undervisning ikke er like fruktbart som målstyrt planlegging. Tilgjengelighet er aldri et problem for L5, ettersom han alltid har tilgang

på Chromebook, og da alltid mulighet for én Chromebook per elev. Selv om L5 har en veldig god tilgang, sier han at han ikke bruker digitale verktøy i hver undervisningsøkt. Han kan heller ikke påstå at han bruker det ukentlig. L5 sier at i klasserommet hans er Chromebook blitt en så vanlig del av elevenes skolehverdag at de selv bestemmer når de ønsker å bruke dem. Det gjør også at L5 ikke tar så mye hensyn til digitale verktøy i planleggingen, ettersom han har et ønske om at elevene selv skal bestemme når de ønsker å bruke det.

L5 mener selv at det er hans fagkunnskap som er den viktigste kunnskapen i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy. Gjennom diskusjon kommer det fram at han også benytter TCK i vurderingen av hvorvidt digitale verktøy vil være hensiktsmessige i undervisningen. Andre faktorer som påvirker planleggingen er Kunnskapsløftet og kompetansemålene derfra.

4.2.6 Oppsummering og viktigheten av CK

En ting som absolutt er felles hos alle de fem lærerne er viktigheten av fagkunnskap. Etter å ha analysert intervjuene er det tydelig at fagkunnskapen er den viktigste kunnskapen for informantene ettersom det er den eneste formen for kunnskap som er representert gjennom det de ulike lærerne svarer er deres viktigste kunnskap. To av lærerne mener at det er CK som er den viktigste kunnskapen de bruker i planleggingsfasen av matematikkundervisning med digitale verktøy. Argumentene for denne kunnskapen er at man må kunne fagstoffet selv for å kunne legge opp til god undervisning. I tillegg kommer kompetansen i bruk av digitale verktøy litt av seg selv for barna. Dersom en har god fagkunnskap er det lettere å legge opp til undervisning som er rettet mot kompetansemålene i kunnskapsløftet. Tre av lærerne har derimot PCK som den viktigste kunnskapen, og argumenterer for at en må ha pedagogisk kunnskap for å kunne tilpasse undervisningen for hver enkelt elev, samtidig som undervisningen passer for hele elevgruppa. Dette krever kunnskap om hvordan man legger til rette undervisningen slik at fagstoffet er tilgjengelig for elevene. Selv om teknologisk kunnskap ikke er nevnt som den viktigste kunnskapen hos noen av lærerne, blir den ikke undergravd og stemplet som uviktig. Det er ganske god enighet hos lærerne om at det kreves kunnskap om digitale verktøy og bruken av dem. Noen av lærerne bruker denne kunnskapen aktivt i planleggingsfasen, som L4 som tester ut alle de ulike oppgavene, spillene og nettressursene han bruker i undervisningen i forkant, for å kunne ta avgjørelser om hvorvidt de passer til undervisningen. L5 er også veldig opptatt av hvorvidt det er hensiktsmessig å

benytte digitale verktøy i undervisningen, og sier også at selv om han har god tilgang på digitale verktøy, slettes ikke bruker det i hver undervisningsøkt. Han sier at han faktisk ikke bruker det ukentlig heller.

For de lærerne som har mindre tilgjengelighet på digitale verktøy er det absolutt avgjørende hvorvidt de får tak i digitale verktøy med tanke på undervisningen. I tillegg til kunnskapen lærerne besitter har også Kunnskapsløftet en stor stemme i avgjørelsen om bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen.

4.3 Den optimale undervisningsøkta

For å analysere lærernes oppfatning av en optimal time, skal jeg ta i bruk *instrumentell orkestrering* (Drijvers et al., 2014). Instrumentell orkestrering kan beskrive en undervisningssituasjon der en lærer bruker digitale verktøy. Gjennom *didaktisk konfigurasjon, utnyttelse av konfigurasjonen og didaktisk prestasjon* kan man si noe om hvordan de digitale verktøyene blir brukt av læreren gjennom hele undervisningsøkten. I denne analysen skal jeg se på den didaktiske konfigurasjonen for undervisningsøktene, og si litt om hvordan de ulike lærerne bruker digitale verktøy ved hjelp av Drijvers (2012) og Drijvers et al. (2010; 2014) sin beskrivelse av ulike orkestreringer for helklasseundervisning.

4.3.1 Didaktisk konfigurasjon

Som lærer har man et ønske om at elevene skal få et faglig utbytte fra undervisningen. Alle intervjuobjektene ble i intervjuet bedt om å beskrive en optimal undervisningsøkt der de brukte digitale verktøy i undervisningen. Her var det mange fellestrekk på tvers av beskrivelsene til de ulike lærerne. L1, L2, L4 og L5 har til felles at de starter læringssekvensen i en lyttekrok. L3 starter ikke i lyttekrok, ettersom det ikke er noe hun har tilrettelagt for i undervisningsarealet.

- 214 I: Bare en matematikktime der du bruker digitale verktøy. Hvordan starter
215 timen?
- 216 L3: Når vi bruker PC, da synes jeg at man skal ha en fin intro, der man har de alle
217 sammen.
- 218 I: I lyttekrok eller?
- 219 L3: Ja, vi har ikke det nå, så det kan jeg ikke si.

(Transkripsjon L3)

Likevel forteller L3 at hun starter undervisningen med en intro, der hun har alle elevenes fokus. Den didaktiske konfigurasjonen lærerne gjør i forkant av undervisningen er altså veldig lik. Alle har en SMART Board som er synlig for alle elevene i undervisningsarealet. Alle de smarte tavlene er koblet til en datamaskin. Datamaskinen gjør tavla interaktiv og gir alle lærerne mulighet til å hente fram ønsket programvare på tavla. For tre av lærerne er arealet rundt tavla møblert med benker i en *hestesko*-formasjon, som gjør at kommunikasjonen mellom lærer og elev er tett i denne delen av undervisningsøkten. L3, som ikke benytter lyttekrok, var aldri spesifikk på hvorvidt kommunikasjonen mellom lærer og hver enkelt elev var effektiv, men kom aldri med utsagn som bekreftet det motsatte.

Alle lærerne har tilgang på Chromebook i undervisningsarealet. Disse er for alle lagret i et dedikert skap som står fast på arealet. Dette gir lærerne en frihet i bruken av Chromebook som et digitalt verktøy, ettersom de ikke må bestilles i forkant av undervisningen. Dette gjør undervisningssituasjonen mer flytende, og læreren kan ta vurderinger underveis om hvorvidt Chromebook skal benyttes. L4 forteller at han bruker presentasjoner i oppstartsfasen av sin undervisning. Disse presentasjonene gir han muligheten til å være fleksibel i undervisningen si.

438 L4: Også, også kan du komme som lærer, og komme med
439 sånn smått input underveis, også at det flyter nokså greit hele veien da. Og jeg
440 mener at man får til å gjøre det ved bruk av presentasjoner, for da kan man
441 velge når man går videre. At man ser litt an dynamikken i oppgaveløsninga,
442 problemløsninga, og at man kan gi de litt sånne nøkkelspørsmål på veien
443 videre da. At man har en plan på hvilke nøkkelspørsmål man kan gi, hvilke
444 hint da, kan man kalle det, for å komme videre hvis man sitter litt fast.

(Transkripsjon L4)

L1 forteller at hun, i tillegg til å aktivt bruke SMART Board i lyttekroksekvensen, også tar inn fysiske konkrete for å visualisere og la elevene få en taktil tilnærming til matematikken. Flere av lærerne forteller at de bruker konkrete i undervisningen sin, men det er bare L1 som forteller eksplisitt at hun har konkrete med inn i lyttekroken, og at hun der lar elevene

oppleve konkretene samtidig som SMART Board er i bakgrunnen. Konkretene blir da en del av konfigurasjonen, sammen med SMART Board.

Under hoveddelen av arbeidsøkta har alle lærerne til felles at de ønsker at elevene skal arbeide med et matematisk problem. For noen av lærerne er det vanskelig å spesifisere om de ønsker at elevene skal arbeide selvstendig eller i grupper. Faktorer som påvirker er temaet det skal arbeides med i økta, og tilgjengeligheten av digitale verktøy i arbeidsøkta. L1 ønsker at elevene jobber to-og-to og kan diskutere underveis. L2 ønsker at elevene sitter enten to-og-to eller i grupper, og at de snakker sammen. L3 ønsker at de skal jobbe sammen enten to-og-to eller en-og-en. L4 ønsker at elevene sitter gruppevis. I gruppene ønsker han at de arbeider to-og-to på Chromebook. Konfigurasjonene legger i hoveddelen av undervisningsøkta i stor grad opp til at elevene skal arbeide sammen. Da helst to-og-to, med unntak av tilfeller med en-og-en og grupper hos to av lærerne.

L5 skiller seg riktignok litt fra de andre lærerne. Han sier at han har et 1:1 forhold mellom elever og Chromebook. Det vil si at hver enkelt elev har en fast Chromebook de kan benytte. L5 sier at han sjelden legger opp undervisning som bevisst legger opp til at elevene skal benytte seg av Chromebook. Han sier at i hans klasserom er Chromebook alltid tilgjengelig, og elevene kan hente seg en når de vil. For L5 er det viktig at elevene har full tilgang til digitale verktøy, men også at de selv forstår når det er hensiktsmessig å bruke dem.

4.3.2 Instrumentelle orkestreringer i L1s konfigurasjon

L1 benytter *teknisk-demonstrasjon* i lyttekroksekvensene, både i oppstarten og avslutningen av undervisningen. En didaktisk konfigurasjon for teknisk-demonstrasjon gjenkjennes av tilgang til teknologi, tilrettelegging for projisering av dataskjermen foran elevgruppa og en plassering av elevene som gjør at alle kan se skjermen (Drijvers et al., 2014).

298 L1: Ja, når jeg sitter og reflekterer over det nå, synes jeg det er veldig kjekt å starte
299 med modellering i lyttekrok, der du bruker SmartBoarden og viser hva en skal
300 gjøre. Og gjerne en aktivitet der de bruker litt hender og hode. Og så kan en
301 avslutte på en Chromebook. Og da synes jeg faktisk det er like greit at de
302 jobber to og to sammen på en Chromebook, at de diskuterer og snakker om det
303 de gjør. Så lenge det samspillet går. Så må jeg kanskje inn og rette på da ...
304 hvis det er noen som overkjører den andre, så vil ikke den andre lære noe rett.

...

320 og to sammen, rydde opp Chromebook, og avslutte i lyttekroken. Vi bruker å
321 avslutte i lyttekrok

(Transkripsjon L1)

Konfigurasjonen til L1 legger til rette for *koble-skjerm-tavle* ettersom det også er muligheter for tavlefunksjon på SMART Board. Plasseringen av elever i lyttekrok og arbeidsareal gjør at de alltid kan se skjermen og tavla. L1 kan også gjennomføre både *diskutere-skjermen* og *forklare-skjermen* dersom hun tar i bruk elevarbeid. Dersom L1 oppdager interessant elevarbeid i forkant av forberedelsen av undervisningen, kan hun i sin konfigurasjon bruke *oppdage-og-vise*. Det er ingenting i konfigurasjonen til L1 som gjør det umulig å bruke en sherpaelev til *sherpa-i-aksjon*, men det er heller ingen antydning til at L1 bruker denne orkestreringen. *Arbeid-og-gå-forbi* faller naturlig for L1 når elevene sitter og jobber i grupper på Chromebook. Da beveger L1 seg rundt i arealet og har mulighet for å prate med både enkeltelever og elevgrupper.

4.3.3 Instrumentelle orkestreringer i L2s konfigurasjon

L2 benytter også teknisk-demonstrasjon i lyttekroksekvensen sin, slik som L1. I tillegg er han veldig interessert i å kunne gå gjennom elevarbeid som han oppdager underveis i timen. Drijvers (2012) og Drijvers et al. (2010; 2014) har egentlig ingen orkestrering som beskriver denne måten å bruke elevarbeid på, men det er mulig å slå sammen to av dem for å komme nærmere.

259 L2: Det beste hadde vært hvis de hadde hatt noen greier innad på, la oss si at de
260 jobbet i grupper da, at de hadde en greie innad på bordet først, så hadde vi
261 ikke nødvendigvis gått gjennom alle i kroken, men noen. Da har vi
262 forhåpentligvis vært innom digitalt, og konkreter og tenkt for deg selv og
263 jobbet i grupper og fellesbit. Ja.

(Transkripsjon, L2)

Orkestreringen oppdage-og-vise lar læreren vise elevens tanker og resonnering ved at han bruker elevarbeid under forberedelsen av undervisningen. Arbeid-og-gå-forbi lar læreren observere elevene mens han går rundt i klasserommet. Læreren kan diskutere elevarbeid sammen med enkeltelever eller elevgrupper, men gjør ikke noe mer ut av situasjonen enn at det blir en samtale dem imellom. Dersom man slår sammen elementer fra oppdage-og-vise med arbeid-og-gå-forbi kan man beskrive orkestreringen til L2 der han går forbi en gruppe elever, oppdager interessant arbeid, og viser det for hele klassen enten umiddelbart eller oppsummerende i slutten av undervisningsøkta.

Konfigurasjonen til L2 er ganske lik den til L1 med, med unntak av at det er litt mindre tilgang på Chromebook. Dette gjør også at de mulige orkestreringene en kan gjennomføre i konfigurasjonen til L2 er de samme som hos L1.

4.3.4 Instrumentelle orkestreringer i L3s konfigurasjon

Konfigurasjonen til L3 skiller seg fra L1 og L2 ved at hun ikke har tilrettelagt for en lyttekrok med benker organisert i en hestesko rundt skjermen. Likevel sier hun at dersom hun står foran skjermen og underviser så får hun oppmerksomheten til alle elevene i klasserommet. L3 nevner ikke en spesiell type måte hun underviser på, selv om hun sier at hun har en felles oppstart der hun presenterer målene for økta foran hele klassen. Her bruker hun SMART Board og tar i bruk datamaskin og manipuleringsmulighetene som følger med.

220 L3: Ja. Der jeg formidler fra SMART Board og forteller på en måte hensikten med
221 det vi skal jobbe med, hensikten med det, og hva det er vi skal gjennom? Går
222 gjennom eksempeloppgaver med dem på forhånd, før de får jobbe selv. Enten
223 to og to sammen på Chromebook, eller en og en.

(Transkripsjon L3)

L3 sier at hun i oppstartsfasen går gjennom eksempeloppgaver som er like dem de etterpå jobber med selv, da enten i grupper på to eller individuelt. Det er ikke gitt om hun demonstrerer matematisk tankegang i løsningen av problemer eller om hun demonstrerer hvordan man bruker digitale verktøy for å løse matematiske problemer.

Med unntak av at L3 mangler en lyttekrok som gir henne mulighet til å la elevene delta i demonstrasjon på samme måte som de ville dersom hun hadde hatt det, virker det som at L3 kan gjennomføre de samme orkestreringene som L1 og L2.

4.3.5 Instrumentelle orkestreringer i L4s konfigurasjon

L4 sier som nevnt at han bruker presentasjoner aktivt i oppstarten av sine undervisningsøkter. Under presentasjonene bruker han SMART Board aktivt for å illustrere og visualisere for elevene. Når han gjennomfører presentasjonene kan han hele tiden tilpasse presentasjonene og gjøre endringer underveis. L4 har altså en tavle/skjerm som manipuleres underveis i oppstarten av økta. Orkestreringen til L4 i denne oppstarten er veldig lik L1, L2 og L3, der han gjennomfører teknisk-demonstrasjon, koble-skjerm-tavle og diskutere-skjermen. Ettersom L4 har forberedt hele oppstarten som en presentasjon beveger han seg mellom disse ulike orkestreringene gjennom hele oppstarten. Han sier at elevene er veldig inkludert i samtalen, og at både de og han selv er oppe og manipulerer skjermen.

Konfigurasjonen til L4 er lik som hos L1 og L2, og legger til rette for de samme orkestreringene som L1, L2 og L3.

4.2.6 Instrumentelle orkestreringer i L5s konfigurasjon

L5 er glad i å la elevene delta aktivt i undervisningen. Han sier at han starter undervisningsøkter i matematikk ved at han spør elevene om hvorfor de tror de skal lære om det aktuelle temaet. I selve undervisningen er ikke L5 så opptatt av læringsmål, men heller at elevene selv skal reflektere om hvorfor de lærer det de gjør. I denne delen av økta tolker jeg at L5 bruker koble-skjerm-tavle sammen med diskutere-skjermen for å gjøre teknisk-demonstrasjon. Samtidig lar han elevene få ordet og delta i selve undervisningen og manipuleringen på SMART Board. I oppstarten sitter elevene i lyttekrok, og det er gode muligheter for læreren å kommunisere med elevgruppa.

469 L5: Ja, eller ja, hvorfor tror du vi skal ha om brøk? Så er det noen som sier, noen
470 ganger så strever jeg litt med å, hvorfor skal vi lære det, men så er det sånn
471 «fordi jeg får bruk for det på ungdomsskolen». Ja, det er kanskje ikke det som
472 nødvendigvis, men hvorfor er ... Så det er den samtalen i begynnelsen av økta
473 som er viktigst. Og da er det ofte en samtale, og jeg bruker veldig mye elevene
474 opp på tavla. Så mine Notebook⁸filer er veldig skrapa til å begynne med, også
475 er de fylt med mye skrift etter hvert som det er stort sett elevene som har
476 skrevet, og vist og forklart. Hvordan de tenker.

(Transkripsjon L5)

Konfigurasjonen til L5 er lik konfigurasjonene til L1, L2 og L4, og lar L5 gjennomføre alle de syv orkestreringene som er nevnt av Drijvers (2012) og Drijvers et al. (2010; 2014).

4.3.7 Oppsummering og kritikk til instrumentell orkestrering

Alle lærerne jeg har intervjuet har til felles at de har godt oppbygde undervisningsarealer der det legges til rette for å kunne undervise på flere måter der elever bruker digitale verktøy i matematikk. Det som er bemerkelsesverdig er at absolutt alle informantene har tilnærmet lik didaktisk konfigurasjon, noe som betyr at dersom én av informantene har mulighet til å gjennomføre alle de ulike instrumentelle orkestreringene i sitt undervisningsareal, så har også de andre informantene det. Alle lærerne har til felles at de har en oppstartsekvens der de presenterer hva elevene skal arbeide med i økta. I denne delen av økta har alle lærerne tilgjengelig en SMART Board som er koblet til en datamaskin. På denne skjermen kan de koble-skjerm-tavle, og takket være konfigurasjonen er det mulig for lærerne å diskutere-skjermen og gjennomføre teknisk-demonstrasjon.

En utfordring med instrumentell orkestrering er at det i mine øyne ikke er tilpasset det moderne klasserommet. Etter å ha gjennomført intervju på ulike skoler i Trondheim Kommune, ser jeg at det er veldig mange fellestrekk i den didaktiske konfigurasjonen. Og disse er felles i de aller fleste skoler i kommunen, også de jeg ikke har gjennomført intervju på. Det at så godt som alle klasserom i dag har en SMART Board, gjør at koble-skjerm-tavle er en selvfølge i nesten alle klasserom. Og i de det ikke er det, så er det et mål at det skal bli

⁸ Notebook er et program som er utviklet for bruk på SMART Board, som lar brukeren tegne, legge inn bilder og manipulere som på en tradisjonell tavle.

det. Så lenge en har en SMART Board i klasserommet og en moderne plassering av møbler i klasserommet, er det ikke så mye som skal til for at en lærer kan gjennomføre undervisning med innslag av de ulike orkestreringene som er presentert av Drijvers et al. (2010; 2012; & 2014). For meg ser det ut som at SMART Board er en katalysator for å legge til rette for orkestreringene, og dersom man har en i klasserommet er det uproblematisk å blande og variere de ulike orkestreringene.

5 Drøfting

I dette kapitlet skal jeg drøfte funnene mine fra analysekapitlet opp mot forskningsspørsmålene for denne oppgaven. Denne oppgaven handler om matematikklæreres kunnskap og hvordan de bruker digitale verktøy i undervisningen sin. Til drøftingen har jeg følgende forskningsspørsmål som ble stilt i innledningskapitlet:

1. Hvordan definerer fem barneskolelærere digital kompetanse?
2. Hvilken kunnskap er viktigst for disse lærerne i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy?
3. Hvordan bruker disse lærerne de digitale verktøyene i undervisningen?

Hvert av forskningsspørsmålene blir drøftet i sitt eget delkapittel, og drøftingen vil bli tatt med inn i siste kapittel som bidrag til å svare på problemstillingen for oppgaven.

5.1 Hvordan definerer fem barneskolelærere digital kompetanse?

Gjennom analysen av de ulike lærernes beskrivelse av digital kompetanse har jeg fått det jeg trenger for å kunne besvare forskningsspørsmålet *hva ser fem barneskolelærere på som digital kompetanse?* Gjennom analysen har jeg funnet ut at det er en stor variasjon i akkurat hva de ulike informantene ser på som digital kompetanse, men jeg har også funnet ut at alle argumentene kan plasseres inn i definisjonene av digitale ferdigheter og kompetanse i Kunnskapsløftet og Framtidens Skole. Disse definisjonene er åpne for tolkning, og ikke så veldig konkrete.

Å definere digital kompetanse er en utfordring, og det er tvetydigheter i litteratur om hva som er kompetanse og hva som er ferdighet. Det at kompetanse også defineres som en sammensetning av kunnskap og ferdighet noen steder (Utdanningsdirektoratet, 2016b) og med andre elementer i tillegg andre steder (Bjarnø et al., 2017, s. 12), kan gjøre det hele mer forvirrende. Den største utfordringen er kanskje at begrepet digital kompetanse ikke er nevnt i den gjeldende læreplanen. I stedet står det om digitale ferdigheter, som en av de fem grunnleggende ferdighetene i alle fag: lesing, regning, skriving, digitale ferdigheter og muntlige ferdigheter. Kompetanse er beskrevet i Kunnskapsløftet uten direkte tilknytning til det digitale. Kompetanse blir beskrevet som evnen til å bruke kunnskap og ferdigheter til å

løse oppgaver. Ettersom ferdighetene i digital kompetanse er definert, er det kunnskapen som mangler. Etter å ha analysert intervjuene opp mot teori om digital kompetanse, har jeg funnet ut at det kan finnes en beskrivelse av denne kunnskapen som passer inn i definisjonen til digital kompetanse. Denne kunnskapen beskrives i rammeverket TPACK, og den er beskrevet som «(...) kunnskap om standard teknologi som bøker, kritt og tavle, i tillegg til mer avansert teknologi som internett og digital video» (Koehler & Mishra, 2006). Dette er den kunnskapen de kaller teknologisk kunnskap, og gjennom videre beskrivelser fra både Koehler og Mishra (2006) og Cox og Graham (2009) blir det klart at dette er kunnskap som har direkte tilknytning til digital kompetanse. Ferdigheter blir godt redegjort for i Kunnskapsløftet gjennom digitale ferdigheter, men det er ikke tilstrekkelig til å kunne beskrive digitale ferdigheter uten kunnskapen om teknologi.

For de fem lærerne jeg har intervjuet handler digital kompetanse om trygghet i bruk av IKT, kunnskap, formidling av fag gjennom digitale verktøy, oversikt over hvilke digitale verktøy som finnes, anvendelse av disse verktøyene og hensikt ved å bruke dem. Alle disse ordene er på en eller annen form med i beskrivelsene fra Kunnskapsløftet og Framtidens Skole. Selv om hver enkelt lærer ikke har en utfyllende og fullstendig definisjon av digital kompetanse, har de likevel en fornuftig forståelse av begrepet. Det er også litt forskjell i hvilken bakgrunn de ulike lærerne har. Noen av dem er kun kontaktlærere og faglærere, noen av dem studerer IKT ved siden av å jobbe som lærer og noen av dem er såkalte IKT-ansvarlige på skolene der de jobber. Det er da ikke rart at definisjonene av et vagt begrep blir forskjellig. For de som ikke har en arbeidsstilling relatert til IKT så blir definisjonene også relatert til hverdagsbegreper. Det er interessant at noen av lærerne nevner at elevene i mange tilfeller er mer digitalt kompetent enn det de selv er. Dette åpner for diskusjonen rundt hvilken kunnskap som er en del av digital kompetanse. Som lærer har en sannsynligvis bedre fagkunnskap og pedagogisk kunnskap enn det elevene har. Elevene har derimot en litt annen kunnskap de bruker når de arbeider med digitale verktøy på fritiden, gjennom aktiviteter som dataspill, sosiale medier og chatting (Egeberg, Hultin, & Berge, 2016). Som lærer er det viktig at en kan knytte sammen de ulike formene for kunnskap en har, og koble dem sammen med den teknologiske kunnskapen en har for å kunne utvikle en god faglig og skolerlevant digital kompetanse. Det er viktig at en får med relevansen av kunnskap i kompetansebegrepet når vi snakker om digital kompetanse, for det skal ikke være sånn at en lærer tror at elevene er mer digitalt kompetente enn det de selv er når de planlegger undervisning. Elevene har sin digitale

kompetanse, som i stor grad er relatert til hjemmebruk og fritidsaktiviteter som spill, skriving, sosiale medier og digitale medier. En lærer har sin digitale kompetanse som er relatert til det fagmiljøet de jobber i. For en matematikklærer er det kunnskap om digitale verktøy knyttet til matematikkundervisning, for en naturfagslærer digitale verktøy knyttet til naturfagundervisning osv. Men for alle lærere er det kunnskap om digitale verktøy knyttet til pedagogisk kunnskap. Digitale verktøy som brukes i klasserommet, enten det er SMART Board eller Chromebook og hvorvidt det er læreren som skal bruke det eller elevene. Det er denne kunnskapen de fleste av lærerne jeg har intervjuet har reflektert rundt, og det er den kunnskapen jeg også tror er en stor del av digital kompetanse for lærere. Det er mulig at en lærer som er digitalt kompetent vil ha større mulighet for å utvikle TCK og TPK, og eventuelt TPCK.

Men hva vil det si å bruke digitale verktøy i matematikk? Høiland, Wølner og Winje sier at «ifølge kunnskapsløftet skal digitale verktøy tas i bruk i matematikkundervisningen på mange måter og i mange sammenhenger» (Høiland et al., 2012). Lærerne jeg har intervjuet snakker stort sett om lærerens rolle med tanke på digital kompetanse. Men det er en sterk sammenheng mellom digital kompetanse og bruken av digitale verktøy, ettersom det er denne bruken en digitalt kompetent lærer skal være god på. Høiland et al. sier også at:

Å kunne bruke digitale verktøy i matematikk dreier seg om å kunne bruke slike verktøy til spill, utforsking, visualisering og publisering. Det dreier seg om å vite om, kunne bruke og vurdere digitale hjelpemidler til problemløsning, simulering og modellering. I tillegg er det viktig å kunne finne informasjon, analysere, behandle og presentere data med passende hjelpemidler, samt forholde seg kritisk til kilder, analyser og resultater (Høiland et al., 2012, s. 24).

Bruken av digitale verktøy i matematikkundervisning er altså veldig varierende. For at en lærer skal kunne bruke digitale verktøy til problemløsning, simulering og modellering i undervisningen sin, er han nødt til å prøve det ut selv og sette seg inn i hvordan de digitale verktøyene utfører ulike oppgaver. Her kreves det en lærer som utforsker, som ikke er redd for å prøve nye teknologiske ting, og som lærer av å prøve og feile. Dette er den digitale kompetansen som ble beskrevet av blant annet L2, som sier at digital kompetanse handler om «å ha oversikt over de verktøy som finnes, og kanskje hive seg ut i noe man ikke er trygg på»

(Transkripsjon L2). Også L4 er bestemt på at når en snakker om digital kompetanse i matematikk, så handler det om «de ferdighetene du har til å også løse matematiske problem med digitale verktøy» (Transkripsjon L4). Et annet kriterium for å bruke digitale verktøy i matematikk er at man kan finne informasjon, analysere, behandle og presentere data med passende hjelpemidler. Dette er den digitale kompetansen som ble beskrevet av L5, som sier at det ikke er nødvendig å bruke digitale verktøy dersom det ikke har en hensikt. All bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen skal ha en hensikt, og den digitalt kompetente læreren vet når den hensikten er til stede. En lærer som har TPCK vil oppfylle dette kravet.

Monitor skole 2016 (Egeberg et al., 2016) sier at lærere rapporterer litt ujevn digital kompetanse. Egeberg et al. sier at det er «viktig at skolene prioriterer lærerens digitale kompetanse. Vi snakker da ikke bare om digitale ferdigheter slik de beskrives i læreplanene, men også den kompetansen læreren trenger i sin profesjonsutøvelse. Det er i tiden fremover viktig at arbeidet med å identifisere og beskrive lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse fortsetter» (Egeberg et al., 2016). Dette stemmer overens med at det mangler noe i beskrivelsene i Kunnskapsløftet for å kunne forklare digital kompetanse. Egeberg et al. (2016) sier at det mangler noe i kompetansen lærere har, som ikke er de digitale ferdighetene.

5.2 Hvilken kunnskap er viktigst for disse lærerne i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy?

Etter hvert som teknologien har utviklet seg, har også verktøyene i klasserommet utviklet seg. De moderne digitale verktøyene har ikke den samme gjennomsiktigheten som de mer tradisjonelle pedagogiske verktøyene. En blyant er ment for å skrive, og har ikke endret seg så mye de siste årene. Det samme gjelder tavla, krittet, viskelæret og kladdeboka. Dette er tradisjonelle og i stor grad intuitive pedagogiske verktøy. De er laget med én hensikt, og de er historisk innarbeidet i lærerarbeidet. For å anvende disse pedagogiske verktøyene i undervisningen må en lærer ha kunnskap om det faget han skal undervise i, i tillegg til pedagogisk kunnskap som hjelper han å formidle fagkunnskapen sin. Disse to formene for kunnskap danner sammen det Shulman (1986) kaller PCK, og er den kunnskapen som er unik for en lærer, og som er nødvendig for å kunne gjøre lærerarbeid. Det er ikke behov for noen spesiell kunnskap om de tradisjonelle pedagogiske verktøyene, ettersom de er så gjennomsiktige og stort sett har én hensikt. Men det er ikke lengre slik. Det å undervise med teknologi er komplisert, spesielt med tanke på utfordringene som kommer gjennom

nyutviklede digitale verktøy (Koehler & Mishra, 2009). Teknologien som er aktuell innen faglitteraturen er som regel ny og digital og inneholder noen egenskaper som kan gjøre det krevende å bruke dem i undervisning (Koehler & Mishra, 2009). Vi bruker fortsatt en stor del av de tradisjonelle pedagogiske verktøyene, men vi bruker også i økende grad digitale verktøy. Og dette er verktøy der det i mange tilfeller ikke er noen særlig gjennomsiktighet. En datamaskin kan brukes på mange måter, og det er ikke gitt at vi bruker den på samme måte i matematikk som vi gjør i samfunnsfag. For at en lærer skal kunne undervise med digitale verktøy kreves det kunnskap om disse verktøyene, hvordan disse verktøyene kan brukes i klasserommet og hvordan disse verktøyene kan formidle fagkunnskap.

Gjennom analysen av intervjuene kommer det klart fram at informantene mine ser viktigheten av fagkunnskapen. De to kunnskapsformene som hyppigst ble omtalt som viktigst i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy var CK og PCK, som begge har til felles at de inneholder fagkunnskap. For de to lærerne som mente at CK var den viktigste kunnskapen var argumentet at en måtte kunne fagstoffet godt selv, for å kunne undervise i det. For de som mente at PCK var viktigst var argumentet at en må ha god pedagogisk kunnskap for å kunne gjennomføre tilpasset opplæring, både med tanke på enkelteleven og elevgruppa. Det var ingen av lærerne som ikke så viktigheten av den teknologiske kunnskapen, selv om ingen mente den var viktigst. De brukte teknologisk kunnskap både i planleggingen og gjennomføringen av undervisning i matematikk. Etter analysen av intervjuene lurer jeg på om det i det hele tatt er nødvendig å fokusere på den teknologiske kunnskapen til lærerne. Det kan virke som at den teknologiske kunnskapen, ifølge lærerne selv, kommer litt av seg selv, og at elevene ikke er avhengige av lærerne for å bli teknologisk kompetente. Er det slik i det moderne samfunnet at man blir digitalt kompetent av å sitte hjemme på gutterommet og leke seg med Minecraft⁹ og Photoshop¹⁰? Noen av informantene mine mener det, og noen mener ikke det.

Forskrift om rammeplan for grunnskolelærerutdanning for 1.-7. trinn §2: Læringsutbytte (Forskrift om plan for grunnskolelærerutdanning for trinn 1-7, 2016, §2) er delt inn i kategoriene kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse. Den kunnskapen en lærerstudent

⁹ Minecraft er et dataspill der man bygger en verden ved hjelp av ulike byggeklosser som har egenskaper knyttet til den virkelige verden. Både matematikk, fysikk og kjemi er viktige elementer i spillet.

¹⁰ Photoshop er et avansert fotoredigeringsprogram utviklet av Adobe Systems.

skal tilegne seg etter fem års studier er rettet mot undervisningsfag, didaktikk og pedagogikk. En lærer skal også ifølge læringsmålene til Kunnskapsdepartementet ha kunnskap om relevant forskning og teori, lov- og planverk, begynneropplæring, grunnleggende ferdigheter, vurdering, klasseledelse, læringsteori, barns livssituasjoner og lærerprofesjonen. Men en lærer skal ikke i løpet av fem år på universitetet utvikle kunnskap om teknologi og digitale verktøy, hverken på generelt, pedagogisk eller faglig nivå. I stedet er også her, på samme måte som i Kunnskapsløftet, det digitale nevnt under ferdigheter. Det står at «Kandidaten kan vurdere og bruke relevante læremidler, digitale verktøy og ressurser i opplæringen, og gi elevene opplæring i digitale ferdigheter» (Forskrift om plan for grunnskolelærerutdanning for trinn 1-7, 2016, §2). Men hvordan kan man egentlig gi elevene opplæring i digitale ferdigheter hvis man ikke har kunnskap om det? Den eneste logiske måten dette kan gjennomføres på, dersom man skal følge læringsmålene slavisk, er at lærerstudenter lærer seg teknikker for bruk av digitale verktøy på lærerskolen, og overfører disse teknikkene til elevene som lærere i etterkant. Det blir en slags prosedyrisk forståelse¹¹ for digitale verktøy, der man lærer seg å bruke de digitale verktøyene på begrenset vis. Dersom vi ønsker digitalt kompetente lærere er det et behov for å endre måten vi utdanner lærere på. Det er ikke tvil om at det er viktig for en lærer med god fagkunnskap og god pedagogisk kunnskap, men det er på tide at vi legger til rette for at lærere får kunnskap om den teknologien som finnes, og hvordan den kan brukes i klasserommet. Det burde ikke være sånn at en nyutdannet lærer må ta etterutdanning i IKT for å få teknologisk kunnskap. Utviklingen av TCK, TPK og TPCK burde starte på lærerskolen.

Janne Fauskanger (Fauskanger 2017; Fauskanger, Mosvold, & Bjuland 2010) har skrevet om hvilken kunnskap som er nødvendig for effektiv matematikkundervisning, der hun skriver hvordan lærere selv ser det (Fauskanger, 2017). Hennes fokus er oppfatninger om undervisningskunnskap. Fauskanger intervjuer i artikkelen sin flere lærere, og har en del i intervjuet sitt der hun spør lærerne om hva de trenger for å kunne planlegge og gjennomføre effektiv matematikkundervisning. I hennes undersøkelse kommer det fram at en lærer trenger «Både faglig kunnskap, kunnskap om elever og kunnskap om læreplan og læremidler» (Fauskanger, 2017).

¹¹ Prosedyrisk forståelse (procedural understanding) er en form for forståelse basert på instrukslæring (eks. standardalgoritmer). Gir ikke dybdeforståelse for begrepet det læres om (Ma, 2011).

Når diskusjonen omhandler undervisningskunnskap, blir både faglig kunnskap, kunnskap om elever, kunnskap om læreplan og kunnskap om læremidler trukket frem (...), i tillegg til kunnskap om planlegging, gjennomføring og – om enn i mindre grad – vurdering av undervisning (...). Det er likevel få utsagn som går i dybden på hvilken matematisk kunnskap lærere trenger. Spesialisert fagkunnskap fremheves i litteraturen (Ball mfl. 2008), men er lite synlig i gruppediskusjonene (Fauskanger, 2017, s. 54).

Fauskanger har i undersøkelsen sin gjennomført gruppeintervju der hun har pratet med 30 lærere. Av de 30 lærerne kommer det ikke noen utsagn om digital kompetanse eller teknologisk kunnskap, i hvert fall ikke som er nevnt i artikkelen til Fauskanger (2017). Det er likevel ikke urimelig at det ikke diskuteres teknologisk kunnskap, ettersom informantene i denne studien heller ikke mente at den teknologiske kunnskapen var den viktigste i planleggingsarbeidet til matematikkundervisning. Men det betyr likevel ikke at den er uviktig, og det kan være en grunn til at det finnes en modell som TPACK, som fokuserer ekstra på den teknologiske kunnskapsbasen. Fauskanger (2017) sier at på spørsmål om hvilken kunnskap lærerne så på som viktig for å kunne legge til rette for og gjennomføre effektiv matematikkundervisning, var det egenskaper ved læreren som først ble trukket fram i alle gruppeintervjuene (Fauskanger, 2017). Av kunnskap framheves det samme som i forskningslitteraturen (f. eks. Ball et al. 2008; Kunter et al. 2013), uten at lærerne går i dybden på fagkunnskap de trenger (Fauskanger, 2017). Det er ikke mye norsk forskning som sier noe om hvilken kunnskap som kreves for å undervise med digitale verktøy i matematikk, men det er flere som sier noe om den kunnskapen en lærer trenger for å kunne undervise effektivt (f. eks. Fauskanger, 2017; Fauskanger et al., 2010). Også mine informanter, på samme måte som informantene til Fauskanger (2017), anser fagkunnskap og pedagogisk kunnskap som de viktigste formene for kunnskap i planlegging av matematikkundervisning, enten det er med eller uten digitale verktøy.

Det er mulig det ikke er meningen at man skal kunne bestemme hvilken kunnskap som er viktigst i planleggingen av matematikkundervisning med digitale verktøy. Koehler og Mishra (2009) kommer fram til at det er mange utfordringer ved å undervise med moderne teknologiske verktøy. De sier at det er et behov for å behandle læring som en interaksjon mellom hva læreren kan og hvordan han bruker det han kan i de unike omstendighetene eller kontekstene som er i klasserommet (Koehler & Mishra, 2009). De sier at det ikke er én riktig

måte å integrere teknologi i pensum. Integreringen burde være tilpasset bestemte emner i spesifikke kontekster i klasserommet (Koehler & Mishra, 2009).

Faced with these challenges, how can teachers integrate technology into their teaching? An approach is needed that treats teaching as an interaction between what teachers know and how they apply what they know in the unique circumstances or contexts within their classrooms. There is no “one best way” to integrate technology into curriculum. Rather, *integration efforts should be creatively designed or structured for particular subject matter ideas in specific classroom context* (Koehler & Mishra, 2009).

Gjennom analysen min har jeg funnet ut at det er et behov for kunnskap om digitale verktøy. Dette er fordi noen av lærerne har en oppfattelse om at digital kompetanse kommer av seg selv og at det ikke er noe man bør tenke så mye på i planleggingen av undervisning, og fordi de lærerne som tester ut digitale verktøy og leker seg med teknologi også er de som bruker det mer i undervisningen sin. Det er et behov for å vite hvordan man bruker digitale verktøy i undervisningen. Og det er et behov for å vite når denne bruken er hensiktsmessig. Det er et behov for kunnskap om hvordan teknologi kan fremme fag, hvordan teknologi kan endre pedagogikk og hvordan teknologi kan bedre undervisningen. Selv om ikke TK er den viktigste kunnskapsbasen i planleggingen av matematikkundervisning med digitale hjelpemidler, er den likevel viktig for at lærere skal kunne gjennomføre en hensiktsmessig, god undervisning, med digitale verktøy.

Kunnskapen som er viktigst for de lærerne jeg har intervjuet er fagkunnskap og fagkunnskap sammen med pedagogisk kunnskap. CK og PCK. Dette er i samsvar med en del av litteraturen jeg har lest som omhandler generell lærerkunnskap og undervisningskunnskap (Ball et al., 2008; Fauskanger, 2017; Fauskanger et al., 2010). Det er muligens en grunn til det, ettersom det er fagkunnskap og pedagogisk kunnskap som er nevnt som kunnskap en lærerstudent skal tilegne seg gjennom grunnskolelærerutdanninga i Forskrift om rammeplan for grunnskolelærerutdanning for 1.-7. trinn. Det er også litteratur som sier noe om teknologisk kunnskap, uten at noen av disse sier noe om at den er viktigere enn pedagogisk- og fagkunnskap. Jeg vil oppsummere med ord fra Ball et al. (2008):

Teachers must know the subject they teach. Indeed, there may be nothing more foundational to teacher competency. The reason is simple: Teachers who do not themselves know a subject well are not likely to have the knowledge they need to help students learn this content. At the same time, however, just knowing a subject well may not be sufficient for teaching. One need only to sit in a classroom for a few minutes to notice that the mathematics that teachers work with in instruction is not the same mathematics taught and learned in college classes. In addition, teachers need to know mathematics in ways useful for, among other things, making mathematical sense of student work and choosing powerful ways of representing the subject so that it is understandable to students. (...) What seem most important are knowing and being able to use the mathematics required inside the work of teaching (Ball et al., 2008, s. 404).

Ball et al. (2008) sier at fagkunnskapen gjerne kan være den mest fundamentale kunnskapen en lærer har, men at fagkunnskap ikke er tilstrekkelig for å gjennomføre undervisning. Det er ikke en beste måte å integrere teknologi i undervisning (Koehler & Mishra, 2009), og det kreves gode pedagogiske kunnskaper for å kunne gjennomføre effektiv matematikkundervisning.

5.3 Hvordan bruker disse lærerne de digitale verktøyene i matematikkundervisningen? Senter for IKT i utdanningen utførte i 2016 en undersøkelse kalt Monitor skole 2016, som er en kvantitativ undersøkelse som sier noe om den digitale tilstanden på skoler i Norge (Egeberg et al., 2016). I undersøkelsen kommer det fram at interaktive tavler i undervisning i stor grad gir mer variert undervisning og mer elevaktivitet, uten at det krever noe særlig mer forarbeid (Egeberg et al., 2016, s. 61). I undersøkelsen min har alle lærerne interaktive tavler, og alle lærerne bruker dem stort sett hver undervisningstime, ettersom det er den eneste formen for tavle de har i undervisningsarealet. Gjennom orkestreringene teknisk-demonstrasjon, koble-skjerm-tavle, diskutere-skjermen og forklare-skjermen blir den smarte tavla brukt aktivt gjennom hele undervisningen, både i oppstart, arbeid og avslutning. Hvordan lærerne bruke den smarte tavla er litt variert, og det var ikke alle lærerne jeg intervjuet som gikk i dybden på akkurat hvordan de brukte den smarte tavla. L5 fortalte at han i forkant av undervisningen gjorde klar en fil i Notebook for smarte tavler som egentlig bare var en åpen skisse for hva de skulle gjennom i løpet av undervisningsøkta. I løpet av økta

kommer elevene fram og tegner og viser og fyller sammen med L5 inn i notebookfila. L5 bruker altså SMART Board som et verktøy både for seg selv, og for elevene. Noe lignende gjør også L4, som lager en presentasjon i forkant av hver undervisningsøkt. I denne presentasjonen setter han opp læringsmål for økta, og lager seg lysbilder for hvert tema de skal gjennom. De ulike lysbildene kan han manipulere underveis, og han kan endre og legge til stoff ettersom den matematiske samtalen går sin gang i undervisningen. L1, L2 og L3 forteller at de bruker SMART Board, uten å være spesifikke på hvordan den brukes. De sier likevel at de bruker den i oppstartsfasen av undervisningen, og den har da en funksjon som både tavle og skjerm, og hjelper læreren med å visualisere det matematiske temaet de jobber med.

Det desidert mest brukte digitale verktøyet blant elevene er Chromebook. Chromebook har de siste årene tatt over helt for Windows baserte datamaskiner og iPad i Trondheim Kommune. For noen av lærerne er Chromebook noe de planlegger å bruke, og tilrettelegger undervisningen for bruk av Chromebook. For andre, som L5, så er Chromebook blitt et verktøy som er så normalisert i klasserommet at elevene bruker dem som om de var papir og blyant.

For å kunne si noe om hvordan de digitale verktøyene kan brukes, valgte jeg å se på den didaktiske konfigurasjonen til de ulike lærerne. Den didaktiske konfigurasjonen sier noe om hvilke digitale verktøy som er tilgjengelig, hvor de er plassert i klasserommet, hvor læreren er plassert og hvordan elevene er organisert. Den sier altså noe om rammefaktorene i klasserommet når læreren gjennomfører helklasseundervisning. Ved å se på den didaktiske konfigurasjonen kan jeg si noe om måten lærerne selv sier de underviser, og noe om potensialet som ligger i konfigurasjonen. Ved hjelp av instrumentell orkestrering identifiserte jeg noen orkestreringer som lærerne selv forklarte at de gjorde, samt noen som ikke eksplisitt ble nevnt, men som er gjennomførbare i de ulike konfigurasjonene til de forskjellige informantene. Det som var interessant var at alle fem informantene hadde tilnærmet lik konfigurasjon, med unntak av L3 som ikke hadde tilrettelagt for en lyttekrok i klasserommet. Derimot hadde L3 såpass god oversikt over undervisningsarealet at hun kunne kommunisere med alle elevene i klasserommet når hun formidlet foran den smarte tavla. En annen ting som skilte konfigurasjonene var hvordan elevene var plassert. Noen hadde elever plassert på gruppebord og noen hadde elever plassert to-og-to. Det var ingen som hadde elever som satt

individuellt på egne pulter. Konfigurasjonene legger da opp til sosialt arbeid mellom elevene og mulighet for at elevene deler på de digitale verktøyene.

I de ulike lærernes klasserom fant jeg rom for at det var mulig å gjennomføre alle de sju orkestreringene som blir beskrevet av Drijvers et al. (2014). Gjennom intervjuene fikk jeg bekreftet at SMART Board ble brukt for å instruere elevene i hvordan de skulle bruke digitale verktøy, den ble brukt for å demonstrere, vise løsninger på problemer og til generell formidling av fagkunnskap gjennom undervisning. For lærerne virket det som at SMART Board var både det viktigste digitale verktøyet og det de egentlig tenkte minst på i refleksjon over digitale verktøy i klasserommet. L5 forklarte dette ved at han har brukt SMART Board i så mange år nå at han ikke lengre tenker på det som et digitalt verktøy, men som en erstatning for den tradisjonelle tavla, og utgangspunktet for undervisningen sin. Dette er den samme læreren som også lar elevene bestemme når de skal bruke Chromebook i elevarbeidet sitt. I analysen kom jeg fram til at det ser ut som at SMART Board er en katalysator for å legge til rette for orkestreringer, og det ser absolutt sånn ut. SMART Board er så fleksibel i bruk, at de ulike orkestreringene blandes sammen og lager muligens nye orkestreringer som ikke er beskrevet av Drijvers (2010; 2012; 2014) og hans kolleger.

Det kan se ut som at utformingen av de moderne klasserommene er gjort med teori om instrumentell orkestrering i baktanke. Om det er lærerne selv eller skoleledelsen som har bestemt utformingene av klasserommene vet jeg ikke, men det er ikke urimelig å anta at de som har hatt noe å si på utformingen har hatt en teknologisk pedagogisk kunnskap og brukt den i bestemmelsen, ettersom klasserommene er tilrettelagt for undervisning med digitale verktøy gjennom flere orkestreringer. TPK handler om å ha kunnskap om hva som finnes av digitale verktøy, og å vite hvordan disse kan brukes for å styrke undervisningen i klasserommet. Ettersom alle klasserommene er utstyrt med både SMART Board og Chromebook, begge nyere og framtidsrettet teknologi, virker det som det er en mening bak det. TPK forklares som kunnskap om generelle didaktiske aktiviteter en lærer kan bruke som inkluderer bruk av framvoksende teknologi (Cox & Graham, 2009). En lærer som skal undervise i de ulike klasserommene som er beskrevet gjennom intervjuene må også selv inneha en TPK for å kunne utnytte hele potensialet i klasserommet.

6 Avslutning

Som problemstilling i denne oppgaven stilte jeg følgende spørsmål: *Hvilken kunnskap trenger en barneskolelærer for å gjennomføre matematikkundervisning med digitale verktøy på en hensiktsmessig måte?* Etter å ha analysert datamaterialet mitt og drøftet opp mot moderne forskning skal jeg i dette kapittelet konkludere problemstillingen og si noe om didaktiske implikasjoner og komme med forslag til videre forskning på området.

6.1 Konklusjon

Jeg sitter ikke igjen med ett riktig svar på problemstillingen min, ettersom det hverken i datamaterialet mitt eller i relevant forskning ble konkludert med én kategori for kunnskap en lærer trenger for å gjennomføre matematikkundervisning med digitale verktøy på en hensiktsmessig måte. Gjennom analysen av datamaterialet mitt kom jeg fram til at lærerne selv mener at det er fagkunnskap, og fagkunnskap sammen med pedagogisk kunnskap (CK og PCK) som er de *viktigste* formene for lærerkunnskap når de planlegger matematikkundervisning der de skal jobbe med digitale verktøy. Og disse er absolutt kategorier av kunnskap en lærer trenger for å gjennomføre hensiktsmessig matematikkundervisning. Dette støttes av forskriften for plan om grunnskolelærerutdanning for 1.-7. trinn (Forskrift om plan for grunnskolelærerutdanning, trinn 1–7, 2016, §2) som har disse to kunnskapsbasene under kunnskap, og av funnene til Fauskanger (2017). I tillegg, etter å ha redegjort for digital kompetanse gjennom både teori og lærernes egne definisjoner, kommer det fram at en stor del av kompetansebegrepet er kunnskap, og når en da snakker om digital kompetanse, snakker en implisitt om digital kunnskap. En lærer som har digital kunnskap vet hvilke digitale verktøy som finnes, og dersom en har digital kunnskap sammen med pedagogisk- og fagkunnskap, TPCK, vet en også når det er hensiktsmessig å bruke de digitale verktøyene som finnes. TPACK rammeverket forklarer godt de ulike kombinasjonene av teknologisk- pedagogisk- og fagkunnskap, og beskriver den kunnskapen som er nødvendig for at læreren tilrettelegge for god bruk av digitale verktøy, der de på en hensiktsmessig måte fører til god formidling av fagkunnskap gjennom tilpassede aktiviteter.

På bakgrunn av mine funn i analysen og drøftingen, vil jeg konkludere med at en lærer trenger fagkunnskap og pedagogisk kunnskap for å gjennomføre hensiktsmessig undervisning, men der det skal undervises ved hjelp av digitale verktøy viser datamaterialet mitt at likevel det er nødvendig med en teknologisk kunnskap som hjelper læreren å bruke de digitale verktøyene

riktig. Jeg har gjennom intervju fått innblikk i hvordan de digitale verktøyene brukes av lærerne i klasserommet, og jeg mener at en lærer som har TPCK har det beste utgangspunktet for å bruke både smarte tavler og datamaskiner på en måte som er hensiktsmessig i matematikkundervisning.

6.2 Didaktiske implikasjoner og videre forskning

Skolen er en institusjon der barn i stor grad skal utvikle forhåndsbestemt kunnskap. Det er også her lærere bruker sin kunnskap. Etersom den norske skolen blir mer og mer teknologisk (Egeberg et al., 2012; 2016), stilles det også andre krav til lærere enn det gjorde for bare 10 år siden. Den vanligste formen for kommunikasjon mellom lærer og foreldre i Trondheim Kommune er Meldeboka¹², og det meste av plandokumenter og ressurser for undervisning både lages, lagres og vises digitalt. Vi har fått en mer digital skole, og da er det også nødvendig med lærere som har digital kompetanse. I studien min har jeg funnet ut at en digitalt kompetent lærer, i tillegg til å ha digitale ferdigheter, også trenger teknologisk kunnskap for å kunne legge til rette for god undervisning med digitale verktøy.

Både lærere som er i yrket og Kunnskapsdepartementet kan ha godt av å se behovet for teknologisk kunnskap, og hvordan denne kunnskapen kan utvikles sammen med pedagogisk- og fagkunnskap. Etter å ha analysert intervju med lærere og sett på forskning om lærerkunnskap, og satt det opp mot digital kompetanse og rammeplanen for lærerutdanning, er det både plass til, og muligens behov for, teknologisk kunnskap under læringsutbytte i forskrift for rammeplan om grunnskolelærerutdanning for både 1.-7. og 5.-10. trinn.

Funnene mine er muligens ikke bare gjeldende for matematikkfaget og matematikklærere. Mine funn ble gjort mens informantene så for seg undervisning med IKT i matematikk. Det er kanskje ikke grunn til å tro at det ville vært stor forskjell om det var et annet fag de snakket om. Funn vil ikke alltid være som planlagt, og jeg tror mine funn også gjelder for lærere som bruker digitale verktøy i andre fag enn matematikk. Jeg valgte å se på matematikklæreres refleksjoner om bruk av digitale verktøy i matematikk, og fikk besvarelser som kan tolkes som generelle. Jeg har likevel analysert datamateriale der intervjuene og diskusjonene har

¹² Meldeboka er en digital tjeneste for kommunikasjon mellom skoler, SFO, barnehager og foresatte i Trondheim kommune. Tjenesten skal være den primære kommunikasjonskanalen for skriftlig kommunikasjon mellom skole og hjem. <https://www.trondheim.kommune.no/meldeboka/>

vært innenfor diskursen som hører til matematikklærere i barneskolen.

I stedet for å undersøke læreres refleksjoner, kan videre forskning observere lærere gjennom planleggingen, undervisningen og etterarbeidet i matematikkundervisning med digitale verktøy. Gjennom en mer omfattende undersøkelse med observasjon i tillegg til intervju er det muligheter for å faktisk se hvordan den teknologiske kunnskapen blir brukt i praksis. Gjennom å kun utføre intervju er det alltid en fare for at det informantene forteller deg og det informantene faktisk gjør ikke stemmer overens. Det er flere som har gjort lignende undersøkelser der de har sett på hvordan lærere bruker TPACK i undervisning (Cox & Graham, 2009; Harris & Hofer, 2011), men ingen av disse har hatt et spesielt fokus på barneskolelærere. Cox og Graham (2009) har beskrevet tilfeller av de ulike kategoriene i TPACK ved å se på to *case studies*¹³, der den ene informantene en forsker og den andre er en 8. klasselærer, og identifisert når lærere bruker de ulike kategoriene. Harris og Hofer (2011) studerer for det meste lærere tilsvarende lærere videregående skole og høyere. De har funnet som likner mine, at det ikke er en kunnskapskategori som er viktigst eller mest relevant, men som ikke er rettet mot matematikklærere.

Jeg tror også det kunne vært interessant å sett på *digital dannelse* i lys av teknologisk kunnskap og digital kompetanse. Digital dannelse er et begrep som omtales blant annet hos Høiland, Winje og Wølner (2012) og omhandler at skolen skal bidra til å forme barns personlighet, både moralsk, evne- og atferdsmessig gjennom blant annet å integrere de fem grunnleggende ferdighetene i alle fag. Hvordan skiller den digitale dannelsen hos barn seg fra den hos en lærer? Er det kanskje sånn at en lærer som ikke har så god teknologisk kunnskap kan utvikle den gjennom digital dannelse, og hvordan er eventuelt denne prosessen? I undersøkelsen min har jeg funnet ut at digital kunnskap er viktig. Dersom man skal satse på framtidige lærere med digital kompetanse, må man også vite hvordan den digitale kunnskapen dannes. I dag sendes lærere som har vært noen år i yrket på videreutdanning for å lære seg IKT. Ved et slikt studium hos Høgskolen i Østfold sier de at: IKT for lærere hever kompetansen din innenfor IKT og utvikler dine evner til å bruke IKT i ditt daglige virke som lærer (Høgskolen i Østfold, u.å.). Studiet er nettbasert, så det er muligheter for å sammenligne elementer fra læreres digitale dannelse gjennom nettstudium, lærerstudenters digitale dannelse gjennom grunnskolelærerutdanninga og barns digitale dannelse gjennom skole og hjem.

¹³ Case study (kasusstudie) er en studie av et enkelttilfelle. <https://snl.no/case-studie>

7 Litteratur

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special?. *Journal of teacher education*, 59(5), 389-407.
- Bjarnø, V., Giæver, T.H., Johannessen, M., & Leikny, Ø. (2017). *DidIKTikk: Fra digital kompetanse til praktisk undervisning* (3. utg.). Bergen: Fagbokforl.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Cox, S., & Graham, C. R. (2009). Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60-69.
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Drijvers, P., (2012). Teachers transforming resources into orchestrations. I G. Guedet, B. Pepin, & L. Trouche (Red.), *From text to "lived" resources: Mathematics curriculum materials and teacher development* (s. 265-281). New York/Berlin: Springer.
- 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., van den Heuvel, C., Doorman, M. & Boon, P. (2014). Digital technology and mid-adopting teachers' professional development: a case study. I A. Clark-Wilson, O. Robutti & N. Sinclair (Red.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era* (s. 189-212). Dordrecht: Springer
- Egeberg, G., Gudmundsdottir, G. B., Hatlevik, O. E., Ottestad, G., Skaug, J. H., & Tømte, K. (2012). *Monitor 2011 Skolens digitale tilstand*. Oslo: Senter for IKT i utdanningen.
- Egeberg, G., Hultin, H., & Berge, O. (2016). *Monitor skole 2016: Skolens digitale tilstand*. Oslo: Senter for IKT i utdanningen.
- Fauskanger, J. (2017). Kunnskap nødvendig for effektiv matematikkundervisning-slik lærere selv ser det. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 101(01), 45-56.
- Fauskanger, J., Mosvold, R., & Bjuland, R. (2010). Hva må læreren kunne. *Tangenten* 4, 35-38.
- Forskrift om plan for grunnskolelærerutdanning, trinn 1–7. (2016), Forskrift om rammeplan for grunnskolelærerutdanning for trinn 1–7 m.v. av 7 juli 2016 nr. 860. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-06-07-860>

- Haugstad, B. (2017, 18. januar). Statssekretæren: Lærerstudentene må ha solide kunnskaper i matematikk. *Forskerforum*. Hentet fra <https://www.forskerforum.no/laererstudentene-ma-ha-solide-kunnskaper-i-matematikk/>
- Harris, J. B., & Hofer, M. J. (2011). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: A descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(3), 211-229.
- Høgskolen I Østfold. (u.å.). *IKT for lærere (30 studiepoeng) – Generelt om studiet*. Hentet fra <https://www.hiof.no/studier/studietilbudet/viser-aktuelle-beskrivelser?displayitem=298&module=studieinfo&type=katalog&PHPSESSID=drvuojpb2g60buj68oh58dftq1#/aktuelt>
- Høiland, T., Wølner, T., & Winje, G. (2012). *Digital kompetanse: IKT på 1.-4. årstrinn*. Kristiansand: Høgskoleforl.
- Johansen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt Forlag.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805-820.
- Kunnskapsdepartementet. (2016). *Kultur for kvalitet i høyere utdanning*. (Meld. St. 16 2016-2017). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/aee30e4b7d3241d5bd89db69fe38f7ba/no/pdfs/stm201620170016000dddpdfs.pdf>
- Ma, L., 2010. *Knowing and teaching elementary mathematics: teachers' understanding of fundamental mathematics in china and the united states* (2. utg.), Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge.
- NOU 2015:8. (2015). *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser*. Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, Informasjonsforvaltning.

- Postholm, M.B., 2005. *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*, Oslo: Universitetsforl.
- Postholm, M. B., & Moen, T. (2009). *Forsknings- og utviklingsarbeid i skolen. En metodebok for lærere, studenter og forskere*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Saaromaa, S. (2015, 25. november). Lærerne mot kunnskap. *Verdens Gang*. Hentet fra <https://www.vg.no/nyheter/meninger/i/mJb4q/laererne-mot-kunnskap>
- Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics teaching*, 77(1), 20-26.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): *The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers*, *JRTE*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Tjora, A. H. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for mathematical learning*, 9(3), 281-307.
- Utdanningsdirektoratet. (2016a) *Digitale ferdigheter*. Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/grunnleggende-ferdigheter/digitale-ferdigheter/>
- Utdanningsdirektoratet. (2016b) *Å forstå kompetanse*. Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/forsta-kompetanse/>

8 Vedlegg

8.1 Intervjuguide

Intervjuguide

1. Fortell om din bakgrunn (utdanning, arbeidserfaring etc.)
2. Hva er digital kompetanse for deg?
 - a. I skolesammenheng
 - b. I matematikksammenheng
3. Hva mener du om nivået på den digitale kompetansen på skolen du arbeider på?
4. Har du noen gang fått undervisning/kursing i bruk av digitale verktøy? Hva?
 - a. I skolesammenheng
 - b. I matematikksammenheng
5. Hvor ofte bruker du/bruker du digitale verktøy i matematikkundervisningen di?
 - a. Hva kan være grunnen til det?
6. Har du et ønske om å benytte digitale verktøy mer, eller mindre, matematikkundervisningen di?
7. Hva legger du til grunne når du skal planlegge bruk av digitale verktøy i matematikkundervisning?
 - a. Kompetansemål
 - b. Tilgjengelige teknologiske ressurser
 - c. Annet
8. Hvilken kunnskap mener du er viktigst i forbindelse med planlegging digitale verktøy i matematikkundervisning? (Pedagogisk kunnskap, fagkunnskap eller teknologisk kunnskap. Eller kombinasjoner av disse)
9. Hvilke digitale verktøy bruker du selv i matematikkundervisningen din?
 - a. Platformer (Windows PC/nettbrett, iOS, Chromebooks etc.)
 - b. Programvare (Multi smart øving, geogebra etc.)
 - c. Redskaper (kalkulatorer, smartboard etc.)
10. Fortell om én eller flere enkelthendelse(r) der du har hatt behov for
 - a. Teknologisk kunnskap
 - b. Teknologisk fagkunnskap
 - c. Teknologisk pedagogisk kunnskap
 - d. Teknologisk pedagogisk fagkunnskap

11. Er det noen spesielle matematiske emner du mener egner seg bedre til bruk av digitale verktøy enn andre? Hvilke?

12. Kan du beskrive en optimal time der du bruker digitale verktøy i matematikkundervisningen?

Er det noe mer du ønsker å legge til angående det vi har pratet om?

8.2 Spørreskjema

Spørreundersøkelse om TPACK

	Svært uenig	Uenig	Hverken uenig eller enig	Enig	Svært enig
TK (Teknologisk Kunnskap)					
1. Jeg kan løse mine egne tekniske problemer					
2. Jeg lærer lett å bruke ny teknologi					
3. Jeg holder meg oppdatert på ny og viktig teknologi					
4. Jeg leker meg ofte med teknologi					
5. Jeg vet om mange forskjellige teknologiske hjelpemidler					
6. Jeg har de tekniske kunnskapene jeg trenger for å bruke teknologiske hjelpemidler					
CK (Fagkunnskap)					
Matematikk					
7. Jeg har tilstrekkelig kunnskap om matematikk					
8. Jeg kan tenke matematisk					
9. Jeg har ulike måter og strategier for å utvikle min matematiske forståelse					
PK (Pedagogisk kunnskap)					
10. Jeg kan vurdere elevers prestasjoner i klasserommet					
11. Jeg kan tilpasse min undervisning basert på hva elever forstår eller ikke forstår i øyeblikket					
12. Jeg kan tilpasse min læringsstil til ulike elever					
13. Jeg kan vurdere elevers læring på ulike måter					
14. Jeg kan bruke en rekke pedagogiske tilnærminger i en klasseromssituasjon					
15. Jeg er kjent med normal elevforståelse og elevmissforståelse					
16. Jeg vet hvordan jeg skal organisere og vedlikeholde organiseringen i klasserommet					
PCK (Pedagogisk fagkunnskap)					
17. Jeg kan velge effektive undervisningsmåter som leder elevene mot tenking og læring i matematikk					
TCK (Teknologisk fagkunnskap)					
18. Jeg vet om teknologi jeg kan bruke for å fremme matematisk forståelse og utførelse hos elevene					
TPK (Teknologisk pedagogisk kunnskap)					

19. Jeg kan bruke teknologi som forbedrer undervisningsstrategier til læring					
20. Jeg kan velge teknologi som øker elevenes læring i en undervisningssituasjon					
21. Min lærerutdannelse har gjort meg kompetent til å tenke dypere om hvordan teknologi kan påvirke undervisningen min					
22. Jeg tenker kritisk om hvordan jeg bruker teknologi i klasserommet mitt					
23. Jeg kan tilpasse bruken av teknologi jeg lærer om til ulike undervisningsaktiviteter					
24. Jeg kan velge teknologi til undervisningen min som forsterker hva jeg underviser, hvordan jeg underviser og hva elever lærer					
25. Jeg kan bruke strategier som kombinerer fag, teknologi og undervisningsstrategier som jeg lærer om i mitt lærerarbeid i klasserommet					
26. Jeg kan hjelpe andre å koordinere bruken av fag, teknologi og undervisningsstrategier på min skole					
27. Jeg kan velge teknologi som forsterker det faglige innholdet i en undervisningsøkt					
TPCK (Teknologisk Pedagogisk Fagkunnskap)					
28. Jeg kan gjennomføre undervisning som, på en god måte, kombinerer matematikk, teknologi og læringsstrategier					