

Tølløv Heggem

M-TPACK og covid-19

En mixed methods studie om endringer i norske matematikklæreres M-TPACK som en følge av nedstengingen i forbindelse med covid-19-pandemien

Masteroppgave i matematikdidaktikk

Veileder: Eivind Kaspersen

Mai 2021

Tølløv Heggem

M-TPACK og covid-19

En mixed methods studie om endringer i norske matematikklæreres M-TPACK som en følge av nedstengingen i forbindelse med covid-19-pandemien

Masteroppgave i matematikdidaktikk
Veileder: Eivind Kaspersen
Mai 2021

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



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Teknologi og digitale ferdigheter har fått et økende fokus i skolen den siste tiden. Dette ser vi blant annet ved at digitale ferdigheter har blitt inkludert som en grunnleggende ferdighet i den nye læreplanen som ble gjeldende fra høsten 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2019). Våren 2020 ble fokuset på bruk av teknologi i undervisningen kraftig forsterket. 12. mars 2020 ble skolene stengt som en følge av covid-19-pandemien, og i de to månedene som fulgte måtte all undervisning gjennomføres digitalt. I denne *mixed methods* studien har jeg undersøkt endringer i norske matematikklæreres matematiske, teknologiske, pedagogiske fagkunnskap (M-TPACK) i løpet av nedstengingen i forbindelse med covid-19. Jeg har også undersøkt endringer i bruk av teknologi i matematikklærernes undervisningspraksis (TPACK-in-Practice) i løpet av nedstengingsperioden. Forskningsspørsmålene for denne oppgaven er derfor:

1. *I hvilken grad har norske matematikklæreres teknologiske, pedagogiske, matematiske kunnskap endret seg under nedstengingen i forbindelse med covid-19?*
2. *På hvilken måte har nedstengingen ført til endringer i hvordan norske matematikklærere planlegger og gjennomfører undervisningen i matematikk?*

I denne oppgaven har jeg brukt TPACK-rammeverket til Mishra og Koehler (2006), med fokuset på matematisk TPACK (M-TPACK). I tillegg har jeg benyttet et rammeverk som tar for seg hvordan TPACK kommer til syne i praksis, nemlig TPACK-in-Practice (Figg & Jaipal, 2012). Som forskningsmetode har jeg brukt *mixed methods research* (MMR), ved at jeg har gjennomført en kvantitativ spørreundersøkelse samt fem kvalitative intervju.

For å undersøke endringene i M-TPACK gjennomførte jeg en spørreundersøkelse, der det deltok 56 lærere fra rundt om i Norge. Spørreundersøkelsen er laget og validert av Landry (2010). I spørreundersøkelsen fant jeg ut at norske matematikklæreres gjennomsnittlige M-TPACK ikke har hatt en signifikant økning i løpet av nedstengingsperioden. I intervjuene undersøkte jeg om det hadde skjedd endringer i lærernes undervisning som en følge av nedstengingen. I analysen av de fem intervjuene fant jeg ut at lærerne hadde begynt å ta i bruk omvendt undervisning som undervisningsmetode. Omvendt undervisning handler om at elevene ser videoer om et tema hjemme, for å frigjøre mer tid til oppgavejobbing på skolen (Bergmann & Sams, 2012). Lærerne i intervjuene rapporterte også om at de hadde begynt å vurdere elevenes matematiske ferdigheter på flere måter. Der lærerne før vurderte elevene ut ifra besvarelsen på en prøve, hadde lærerne nå gått over til å vurdere elevene ut ifra muntlige besvarelser som fagsamtaler, presentasjoner og innleveringer på video. Disse endringene ble gjort under nedstengingsperioden da verken lærere eller elever kunne være på skolen, men lærerne rapporterer om at de vil fortsette å bruke både omvendt undervisning og de nye vurderingsmetodene som ble oppdaget.

Abstract

The focus on technology and digital skills have received an increasing focus recently. We see this, among other things, in the fact that digital skills have been included as a “basic skill” in the new curriculum which became applicable from the autumn of 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2019). Teaching with technology received an increasing focus in the spring of 2020. On March 12, 2020, the schools were closed because of the covid-19 pandemic, and in the two months that followed, the teaching had to be completed digitally. In this mixed methods study, I have examined changes in Norwegian mathematics teachers’ mathematical, technological, pedagogical content knowledge (M-TPACK) during the lockdown in connection with the covid-19 pandemic. Also, I have examined changes in the use of technology in mathematics teachers’ teaching practice (TPACK-in-Practice) during the lockdown. The research questions for this thesis are therefore:

1. *To what extent have Norwegian mathematics teachers’ technological, pedagogical, mathematical knowledge changed during the lockdown in connection with covid-19?*
2. *In what way has the lockdown led to changes in how Norwegian mathematics teachers plan and conduct the teaching of mathematics?*

In this thesis I have used the TPACK framework of Mishra and Koehler (2006), with the focus being on mathematical TPACK (M-TPACK). In addition, I have used a framework which addresses how TPACK appears in practice, namely TPACK-in-Practice (Figg & Jaipal, 2012). As a research method, I have used mixed methods research (MMR), in that I have conducted a quantitative survey and five qualitative interviews.

To investigate the changes in M-TPACK, I conducted a survey, in which 56 teachers from all over Norway participated. The survey was created and validated by Landry (2010). In the survey, I found that Norwegian mathematics teachers’ average M-TPACK has not had a significant increase during the lockdown. In the interviews, I examined whether there had been changes in the teachers’ teaching practice because of the lockdown. In the analysis of the five interviews, I found that teachers had started using “flipped classroom” as a teaching method. “Flipped classroom” is about students watching videos on a topic at home, to free up more time for working with tasks at school (Bergmann & Sams, 2012). The teachers in the interviews also reported that they had begun to assess the students’ mathematical skills in several ways. Where teachers used to assess students based on the answers on a test, teachers had now switched to assessing students based on oral answers such as subject interviews, presentations, and submissions on video. These changes were made during the lockdown when neither teachers nor students could be at school, but the teachers report that they will continue to use both “flipped classroom” and the new methods of assessment that were discovered.

Forord

Dette forordet blir nok av det korte slaget, da jeg ironisk nok ikke er særlig fan av lange avhandlinger. Denne oppgaven markerer slutten på 18 års skolegang, og følelsen av å endelig være ferdig er noe jeg har lengtet etter, spesielt det siste halvåret. Nå er jeg ferdig, og da er det flere som fortjener en takk eller to.

Jeg vil først takke veilederen min, Eivind Kaspersen, for upåklagelig veiledning. Du har vært tilgjengelig og svart på alle spørsmål jeg har kommet med underveis, både gode og dårlige. Du har kommet med mange gode tips på veien til en ferdig masteroppgave. Takk!

Deretter vil jeg takke lærerne som deltok i spørreundersøkelsen min, også sender jeg en ekstra takk til de fem som stilte til intervju. Uten dere hadde ikke denne oppgaven vært den samme, bokstavelig talt.

Videre vil jeg takke familie og venner som har støttet og motivert meg, ikke bare det siste året, men gjennom hele utdanningsløpet. Sender en spesiell takk til kjæresten min som har fungert som motivator, korrekturleser og vekkeklokke det siste halvåret. Tusen takk!

Til slutt vil jeg takke medstudentene jeg har hatt i løpet av disse fem årene på lærerutdanningen. De tre første årene hadde nok ikke vært det samme uten quizgjengen, og den siste tiden hadde nok heller ikke vært like bra uten gjengen på lesesal G425. Takk for korte (lange) kortpauser, interessante samtaler og gode råd.

Tølløv Heggem

Trondheim, mai 2021

Innhold

Figurer.....	1
Tabeller.....	1
Forkortelser.....	1
1 Innledning.....	2
1.1 Oppgavens aktualitet.....	2
1.2 Veien til en problemstilling.....	2
1.3 Presentasjon av forskningsspørsmål.....	4
1.4 Oppgavens struktur.....	4
2 Teori.....	5
2.1 Pedagogical content knowledge (PCK).....	5
2.1.1 Content knowledge (CK).....	5
2.1.2 Pedagogical knowledge (PK).....	6
2.1.3 Pedagogical content knowledge (PCK).....	6
2.2 Technological pedagogical content knowledge (TPACK).....	6
2.2.1 Technology Knowledge (TK).....	6
2.2.2 Technological Content Knowledge (TCK).....	6
2.2.3 Technological Pedagogical Knowledge (TPK).....	7
2.2.4 Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK).....	7
2.3 M-TPACK.....	9
2.4 TPACK-in-practice.....	9
2.4.1 TPCK-in-Practice.....	9
2.4.2 TCK-in-Practice.....	10
2.4.3 TPK-in-Practice.....	10
2.5 Tidligere forskning med TPACK.....	13
2.6 Omvendt undervisning.....	14
2.7 Vurdering i matematikk.....	14
3 Metode.....	15
3.1 Metodevalg og metodisk overblikk.....	15
3.2 Forskningsdesign.....	16
3.2.1 Mixed methods research.....	16
3.2.2 MMR i denne oppgaven.....	17
3.2.3 Kvantitativ forskningsmetode – spørreundersøkelse.....	17
3.2.4 Kvalitativ forskningsmetode – intervju.....	18

3.3 Empiri/datainnsamling.....	19
3.3.1 Presentasjon av intervjudeltakere	20
3.4 Instrument	21
3.4.1 Spørreundersøkelse.....	21
3.4.2 Intervjuguide	22
3.5 Analysemetode	22
3.5.1 Kvantitativ analyse av spørreundersøkelsen	22
3.5.2 Kvalitativ analyse av intervjuene	23
3.6 Forskningens troverdighet	25
3.6.1 Hva er forskningstroverdighet?.....	25
3.6.2 Forskningstroverdighet i MMR.....	25
3.6.3 Forskningstroverdigheten i denne oppgaven.....	26
3.7 Etikk.....	27
3.7.1 Forskningsetikk	27
3.7.2 Forskningsetikk i denne oppgaven	28
4 Resultat.....	29
4.1 Liten gjennomsnittlig endring i M-TPACK.....	30
4.1.1 Oppsummering av resultater fra spørreskjema.....	32
4.2 Omvendt undervisning	33
4.2.1 Videosnutter	33
4.2.2 Fleksibelt.....	34
4.2.3 Differensiert.....	35
4.2.4 Campus Matte.....	36
4.2.5 Eksempel på opplegg i Campus Matte	36
4.3 Nye vurderingsmetoder.....	42
4.3.1 Digitale prøver og tester.....	42
4.3.2 Videobaserte og muntlige innleveringer.....	42
4.3.3 Egenvurdering og fagsamtaler	44
4.3.4 Oppsummering av resultater fra intervjuene	45
5 Diskusjon.....	46
5.1 Oppsummering av funn.....	46
5.2 Funnene relatert til tidligere forskning	47
5.3 Pedagogiske implikasjoner av funn	47
5.4 Studiens begrensninger	48

5.5 Videre forskning	49
6. Konklusjon.....	51
Referanser	52
Vedlegg	56

Figurer

Figur 1. TPACK-rammeverket	8
Figur 2. TPACK-in-Practice-rammeverket.....	12
Figur 3. Resultat av tematisk analyse.....	24
Figur 4. M-TPACK før og etter nedstengingen i forbindelse med covid-19.....	31
Figur 5. Eksempel fra Campus Matte: Temaside.....	37
Figur 6. Eksempel fra Campus Matte: Leksjonsside.....	38
Figur 7. Eksempel fra Campus Matte: Video.....	39
Figur 8. Eksempel fra Campus Matte: Kontrollspørsmål	39
Figur 9. Eksempel fra Campus Matte: Video 2	40
Figur 10. Eksempel fra Campus Matte: Kontrollspørsmål 2.....	40
Figur 11. Eksempel fra Campus Matte: Egenvurdering	41
Figur 12. Eksempel fra Campus Matte: Mulighet til å stille spørsmål	41

Tabeller

Tabell 1. Fasene i tematisk analyse.....	24
--	----

Forkortelser

Forkortelse

TPACK

M-TPACK

MMR

NESH

Begrep

Technological Pedagogical Content Knowledge

Mathematical Technological Pedagogical Content Knowledge

Mixed Methods Research

Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora

1 Innledning

I denne oppgaven vil jeg vise at norske matematikklæreres gjennomsnittlige matematiske, teknologiske, pedagogiske, fagkunnskap (M-TPACK) endret seg lite i løpet av nedstengingen i forbindelse med covid-19-pandemien. Noen lærere rapporterte derimot om endringer i M-TPACK og økt bruk av teknologi i undervisningen. Fem av disse lærerne ble intervjuet for å forklare hvordan endringene M-TPACK har endret deres undervisningspraksis. I denne oppgaven vil jeg presentere to endringer i matematikkundervisningen for disse lærerne, som følge av nedstengingen. Gilje (2020) skriver at det har blitt investert mye i digitalisering av den norske skolen de siste 25 årene. Likevel er det god grunn til å tro at mange lærere har utnyttet de digitale mulighetene i for liten grad (Gilje, 2020). «Major limitations of computer use in the coming decades are likely to be less a result of technological limitations than a result of limited human imagination and the constraints of old habits and social structures» (Kaput, 1992, s. 515). Utsagnet fra Kaput er nesten 30 år gammelt, allikevel var det mer relevant enn man skulle ønske fram til slutten av skoleåret 2019/2020 ifølge Gilje (2020). Kaput (1992) argumenterer for at det ikke står på mangel på tilgjengelige digitale verktøy. Fraværet av teknologi i undervisningen skyldes lærernes uvillighet til å gå bort i fra den klassiske og tradisjonelle tavleundervisningen (Kaput, 1992). Da covid-19 kom til Norge, og store deler av samfunnet ble stengt, hadde derimot ikke lærerne lenger noe valg. Bruk av teknologi i undervisningen ble nå en nødvendighet og mange lærere fikk virkelig testet sin M-TPACK.

1.1 Oppgavens aktualitet

Covid-19 hadde store ringvirkninger for hele samfunnet, og 12. mars 2020 ble Norge satt i lockdown. Skolene ble stengt på ubestemt tid og både lærere og elever ble beordret om å holde seg hjemme. Eftersom lærere og elever ikke fikk oppholde seg på skolene, måtte de benytte andre møteplasser. Digital hjemmeskole ble dermed løsningen. Federici og Vika (2020) og Gudmundsdottir og Hathaway (2020) skriver at flertallet av lærerne hadde brukt digitale læringsplattformer og digitale læremidler også før nedstengingen, men at det å planlegge og gjennomføre hele skoledager digitalt var nytt. Gudmundsdottir og Hathaway (2020) skriver at 67 % av lærerne i Norge hadde ingen erfaringer med det å gjennomføre heldigital undervisning før nedstengingen i forbindelse med covid-19. Lærerne måtte nå lære seg å bruke ny og ukjent teknologi, ikke bare for å kunne gjennomføre undervisningen, men også for å kunne kommunisere med elevene.

1.2 Veien til en problemstilling

Teknologisk kunnskap og bruk av teknologi i undervisningen blir mer aktuelt for hvert år som går (Hofer & Grandgenett, 2012), og med covid-19 og nedstengingen av samfunnet ble det viktigere enn noen gang (Gudmundsdottir & Hathaway, 2020). Mishra og Koehler (2006) introduserte et rammeverk som handler om lærernes teknologiske, pedagogiske fagkunnskap (TPACK). TPACK er en sentral del i utdanningen av nye lærere og i nyere undervisningsforskning (Hofer & Grandgenett, 2012). En rekke andre forskere har også argumentert for integreringen av teknologi i utdanning av lærere (f.eks. Brooks & Kopp,

1989; Fabry & Higgs, 1997; Grandgenett et al., 2011). Etter at begrepet ble lansert, har det blitt skrevet mange artikler om og med TPACK-rammeverket. Hofer & Grandgenett (2012) skriver at det, ifølge TPACK Wiki, ble publisert over 500 artikler relatert til TPACK fra 2006 til 2012. Abbitt (2011) har blant annet sett på sammenhengen mellom lærerstudenters TPACK og deres følelse av mestringsevne. Harris og Hofer (2011) undersøker hvordan læreres TPACK påvirker deres undervisningspraksis. Martin (2015) ser på hvordan man kan inkludere TPACK i lærerutdanningen.

TPACK og læreres bruk av teknologi i undervisningen har, i samsvar med utviklingen av ny teknologi, blitt en viktig del av lærerutdanningen (Hofer & Grandgenett, 2012). I tillegg har digitale ferdigheter fått en økende viktighet i den nye læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019). Matematikklærerne må derfor nå skaffe seg et bredere spekter av teknologiske ferdigheter, både i planleggings-, undervisnings-, og vurderingsdelen i skolen (Jaipal & Figg, 2015). I den nye læreplanen i matematikk for 1.-10. trinn fra Utdanningsdirektoratet (2019), har digitale ferdigheter blitt inkludert som en grunnleggende ferdighet, noe som understreker digitaliseringen av skolen. Det økende fokuset på teknologi i undervisningen er ikke et problem for mange lærere, men for enkelte kan det by på utfordringer (Federici & Vika, 2020).

Koehler og Mishra (2009) diskuterer utfordringer med å undervise med teknologi. De påpeker blant annet at teknologien er i stadig utvikling, noe som gjør det krevende for lærere å holde seg oppdatert på den nyeste, mest aktuelle teknologien. Koehler og Mishra (2009) skriver også at mange lærere sliter med å få tid til å oppdatere seg på den nyeste teknologien. Lærere velger derfor heller å holde seg til den klassiske tavleundervisningen som de allerede vet at de behersker, da de ikke føler seg i stand til å undervise med teknologi (Koehler & Mishra, 2009). Wang et al. (2004) mener derfor at det er viktig at lærerstudenter får nødvendig digital trening. På denne måten får de tro på egne evner og tør å bruke teknologien som et hjelpemiddel i undervisningen (Wang et al., 2004). Selv om dagens nyutdannede lærere har fått rikelig med informasjon og opplæring i det å undervise med teknologi, er det mange yrkesaktive som gjennomførte lærerutdanningen sin før teknologi ble en så stor del av pensum som det er i dag (Koehler & Mishra, 2009). Det er ingen mangel på tilgang til teknologiske hjelpemiddel i dag, likevel er det mange lærere som fortsatt ikke tar i bruk disse hjelpemidlene (Gilje, 2020).

Wang et al. (2004) skriver at læreres tro på egne teknologiske ferdigheter, og det å jobbe effektivt med teknologi, er en viktig faktor for hvordan teknologi er integrert i klasseromsundervisningen. Dette indikerer at læreres mangel på teknologiske ferdigheter, eller manglende tro på egne teknologiske ferdigheter, er med på å påvirke hvor mye det brukes i undervisningen (Wang et al., 2004). Da Norge ble stengt mars 2020 ble mange lærere derimot nødt til å gå bort i fra den klassiske tavleundervisningen, og de måtte bli «onlinelærere» over natten (Gudmundsdottir & Hathaway, 2020). De lærerne som tidligere hadde latt være å bruke teknologiske hjelpemidler i undervisningen sin ble nå avhengig av disse hjelpemidlene. Noen lærere brukte mye teknologi i undervisningen fra før (Federici & Vika, 2020), men nå måtte også resten av lærerne bruke disse hjelpemidlene. Siden alle lærere i skolen nå måtte bruke teknologi for å kunne gjennomføre noen form for undervisning, er det interessant å se på hvordan det påvirket lærernes M-TPACK.

1.3 Presentasjon av forskningsspørsmål

Utformingen av problemstillingen for denne masteroppgaven har vært en kontinuerlig prosess. Målet har vært å undersøke hvordan nedstengingen i forbindelse med covid-19 har vært med på å påvirke lærernes teknologiske kompetanse og bruken av teknologi i matematikkundervisningen. Denne prosessen har ført til følgende forskningsspørsmål:

1. *I hvilken grad har norske matematikklæreres teknologiske, pedagogiske, matematiske kunnskap endret seg under nedstengingen i forbindelse med covid-19?*
2. *På hvilken måte har nedstengingen ført til endringer i hvordan norske matematikklærere planlegger og gjennomfører undervisningen i matematikk?*

For å finne svar på forskningsspørsmålene har jeg valgt å bruke TPACK (Mishra & Koheler, 2006) som rammeverk, men jeg vil også bruke annen litteratur som setter søkelyset på bruken av teknologi i undervisningen. TPACK-rammeverket er aktuelt i alle fag, men i denne oppgaven fokuserer jeg kun på TPACK i matematikkundervisningen, eller M-TPACK (Landry, 2010). I tillegg til TPACK-rammeverket har jeg også benyttet et rammeverk som bygger videre på den samme teorien, nemlig TPACK-in-Practice (Figg & Jaipal, 2012). TPACK-in-Practice er mer rettet mot lærernes bruk av TPACK-kunnskapene i sin undervisningspraksis (Jaipal & Figg, 2015). Som metode har jeg brukt *mixed methods research*, fra nå av brukes forkortelsen MMR (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Jeg har analysert kvantitative data fra en spørreundersøkelse om M-TPACK og kvalitative data fra intervju av fem lærere. Ved å bruke MMR skaffer jeg meg et generelt overblikk over hvordan læreres M-TPACK har endret seg i gjennomsnitt, samtidig som at jeg vil få spesifikke eksempler på hvordan bruken av teknologi har endret seg i praksis.

1.4 Oppgavens struktur

I teorikapittelet presenterer jeg TPACK, og beskriver komponentene i rammeverket. I denne oppgaven har jeg fokusert på TPACK innenfor matematikk, altså M-TPACK (Landry, 2010). I tillegg til TPACK-rammeverket presenteres også rammeverket TPACK-in-Practice. TPACK-in-Practice tar for seg hvordan komponentene fra TPACK-rammeverket kommer til syne i praksis. Jeg vil også presentere artikler som tidligere har tatt for seg TPACK-rammeverket. I metodekapittelet forklarer jeg hva MMR er og hvorfor jeg valgte denne tilnærmingen for min masteroppgave. Jeg beskriver oppgavens deltakere, hvilke instrumenter jeg brukte og hvordan jeg bearbeidet og analyserte datamaterialet både fra spørreundersøkelsen og intervjuene. Til slutt i metodekapittelet beskriver jeg forskningens troverdighet og etikk. Deretter presenterer jeg resultatene fra analysen av datamaterialet i det fjerde kapittelet. Funnene gjort i spørreundersøkelsen og intervjuene vil bli presentert hver for seg. Jeg presenterer i hvilken grad lærernes gjennomsnittlige M-TPACK har endret seg, og om endringene har påvirket matematikklærernes nåværende undervisningspraksis. Videre oppsummeres funnene og de relateres til tidligere forskning i diskusjonen. Her legges det også frem hvilke pedagogiske implikasjoner funnene har, eventuelle begrensninger ved studien, og mulig videre forskning som en konsekvens av resultatene. Til slutt kommer en konklusjon og et svar på de aktuelle forskningsspørsmålene for oppgaven.

2 Teori

I arbeidet med denne oppgaven har jeg brukt TPACK som rammeverk. TPACK er et rammeverk som baserer seg på læreres kunnskap om å integrere teknologi i undervisningen (Koehler & Mishra, 2009). Rammeverket bygger på Shulmans rammeverk om *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), et rammeverk som blander fagkunnskap og pedagogisk kunnskap (Shulman, 1986). Først i teorien presenteres PCK før jeg videre utdyper TPACK. TPACK består av sju komponenter, og hver av disse komponentene vil bli gjennomgått. Videre i teorien beskrives matematisk TPACK (M-TPACK), TPACK i praksis (TPACK-in-Practice) og tidligere forskning med TPACK. Til slutt presenterer jeg to begreper som ble aktuelle for oppgaven gjennom analysearbeidet av intervjuene. Disse to begrepene er omvendt undervisning og vurdering.

2.1 Pedagogical content knowledge (PCK)

PCK består av tre komponenter: *Pedagogical Knowledge* (PK), *Content knowledge* (CK) og *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) (Shulman, 1986). Shulman (1986) problematiserer at fagkunnskap og pedagogisk kunnskap blir sett på som to ulike måter å bedømme kunnskapen til en lærer. Shulman (1986) mener at vi bør se på fagkunnskap og pedagogisk kunnskap som to hovedkomponenter i lærerkunnskap, i stedet for å se dem hver for seg. Grunnen til at de to begrepene for kunnskap har blitt skilt skyldes blant annet endringen i hva som legges i begrepet pedagogisk kunnskap (Shulman, 1986). For hundre år siden regnet man fagkunnskap, og det å være faglig sterk, som god pedagogisk kunnskap (Shulman, 1986). Kravene for hva som er god pedagogikk har endret seg kraftig, noe som har gjort at pedagogisk kunnskap og fagkunnskap har sklidd fra hverandre (Shulman, 1986). Introduksjonen av PCK hadde som mål å snu denne trenden og se på pedagogisk kunnskap og fagkunnskap i sammenheng (Shulman, 1986).

2.1.1 Content knowledge (CK)

CK er lærerens kunnskap om faget eller emnet som det undervises i (Koehler & Mishra, 2009). Denne kunnskapen inkluderer kunnskap om begreper, teorier, ideer, organisatoriske rammer, og kunnskap om bevis (Shulman, 1986). CK inkluderer også kunnskap om tilnærminger og praksis for å utvikle de nevnte kunnskapen (Koehler & Mishra, 2009). Hvordan kunnskap blir skapt er forskjellig mellom de ulike fagene i skolen, og lærere bør ha et godt kunnskapsgrunnlag i fagene de underviser i (Koehler & Mishra, 2009). I matematikk vil CK blant annet dreie seg om kunnskap om formler, symboler, generelle regneregler, tallforståelse, funksjoner, statistikk og ulike former for bevisføring (Landry, 2010). Eksempler på CK kan være å vite hvordan man regner ut arealet av en trekant eller kunne symbolet for pi. Kostnadene ved å ikke ha god CK kan være store, og det kan blant annet føre til at elevene utvikler misforståelser innenfor faget (Koehler & Mishra, 2009).

2.1.2 Pedagogical knowledge (PK)

PK handler om lærerens kunnskaper om prosesser, praksiser og metoder for undervisning og læring (Koehler & Mishra, 2009). Dette omfatter blant annet overordnede pedagogiske formål, verdier og mål (Koehler & Mishra, 2009). PK handler blant annet om forståelse av hvordan elever lærer, klasseromstyring, timeplanlegging og elevvurdering (Koehler & Mishra, 2009). Koehler og Mishra (2009) mener at PK også handler om å ha kunnskap om metoder og teknikker som kan brukes i klasserommet. En lærer med god PK vil være i stand til å forstå hvordan elevene konstruerer kunnskap og tilegner seg egenskaper, og også hvordan de utvikler gode vaner og en positiv holdning til læring (Koehler & Mishra, 2009).

2.1.3 Pedagogical content knowledge (PCK)

I Shulmans (1986) versjon av PCK er en endring av faginnhold slik at det tilpasses undervisning sentral. Shulman (1986) uttrykker at denne endringen skjer når læreren tolker fagstoffet, forsøker å finne ulike måter å representere det på og tilpasser det til elevenes forkunnskaper. Ifølge Koehler og Mishra (2009) handler PCK om å ha kunnskap om undervisning, læring, aktuelle læreplaner, vurdering og rapportering. Det vil si å ha kunnskap om ulike alternativer for undervisning og det å best kunne tilpasse elevenes behov for å få en effektiv undervisning (Koehler & Mishra, 2009).

2.2 Technological pedagogical content knowledge (TPACK)

2.2.1 Technology Knowledge (TK)

TK er i konstant endring, og det endrer seg mye mer enn PK og CK (Koehler & Mishra, 2009). Det å definere TK blir derfor vanskelig. Koehler og Mishra (2009) skriver at enhver definisjon av TK står i fare for å bli utdatert innen den har blitt publisert, ettersom teknologien alltid utvikler seg. Definisjonen av TK i TPACK-rammeverket blir derfor beskrevet som å kunne identifisere at teknologien kan være til god assistanse for å gjennomføre arbeidet som skal gjøres (Koehler & Mishra, 2009). Det forutsetter at en person har en god nok forståelse av teknologien til å kunne bruke det produktivt i arbeid og i hverdagen generelt, for å oppnå ulike mål (Koehler & Mishra, 2009). Ifølge Koehler og Mishra (2009) har ikke TK noe «sluttstadium», TK blir sett på som kunnskap som alltid endrer seg og som man som lærer må holde seg oppdatert på for å kunne beherske.

2.2.2 Technological Content Knowledge (TCK)

Koehler og Mishra (2009) skriver at valg av teknologi er med på å påvirke muligheter og begrensinger for hvilket innhold som kan læres bort. På samme måte er det som skal læres bort med på å påvirke hvilke teknologier som kan brukes (Koehler & Mishra, 2009). Teknologi kan gi nye representasjoner for gamle problemer, men kan også være med på å begrense representasjonsmulighetene (Koehler & Mishra, 2009). I følge Koehler og Mishra (2009) handler altså TCK om forståelse av hvordan teknologi og faginnhold påvirker hverandre. Som lærer må man mestre mer enn bare faget man underviser i (Koehler &

Mishra, 2009). Det er også viktig å vite hvilke teknologiske hjelpemidler som finnes og hvordan de kan utnyttes på best mulig måte (Koehler & Mishra, 2009). Det er også viktig å være klar over at teknologien vil bli erstattet eller forbedret med tiden (Koehler & Mishra, 2009). Et eksempel på TCK kan være at læreren tar i bruk Geogebra når det undervises om likninger, fordi læreren ser fordelene av å bruke akkurat Geogebra i dette temaet. Det handler om å ha kunnskap om hvilke teknologiske hjelpemidler som kan være til nytte når ulike matematiske temaer skal gjennomgås.

2.2.3 Technological Pedagogical Knowledge (TPK)

TPK er å ha forståelse om hvordan undervisning og læring kan endres ved hjelp av teknologiske hjelpemidler (Koehler & Mishra, 2009). Koehler og Mishra (2009) skriver at TPK inkluderer å ha kunnskap om de pedagogiske fordelene og ulempene hos forskjellige teknologiske hjelpemidler. For å kunne utvikle TPK er det, ifølge Koehler og Mishra (2009), behov for en dyp forståelse av begrensningene og mulighetene til den aktuelle teknologien. TPK er spesielt viktig ettersom mange teknologiske programvarer i utgangspunktet ikke er laget for undervisning (Koehler & Mishra, 2009). Office-pakken, for eksempel, er i utgangspunktet laget for arbeidslivet (Koehler & Mishra, 2009). Det er dermed viktig at lærerne ser forbi den normale bruken til en programvare og ser etter pedagogiske muligheter (Koehler & Mishra, 2009). Et eksempel på TPK kan være å ta i bruk blogg eller podkast, som i utgangspunktet er skapt for underholdning, og gjøre det om til noe matematisk som elevene drar nytte av. Forskjellen på TCK og TPK er at TCK handler om å vite sammenhengen mellom teknologiske hjelpemidler og faginnholdet, mens TPK handler om å vite hvilken påvirkning teknologi har på læring og undervisning av faginnholdet (Koehler & Mishra, 2009).

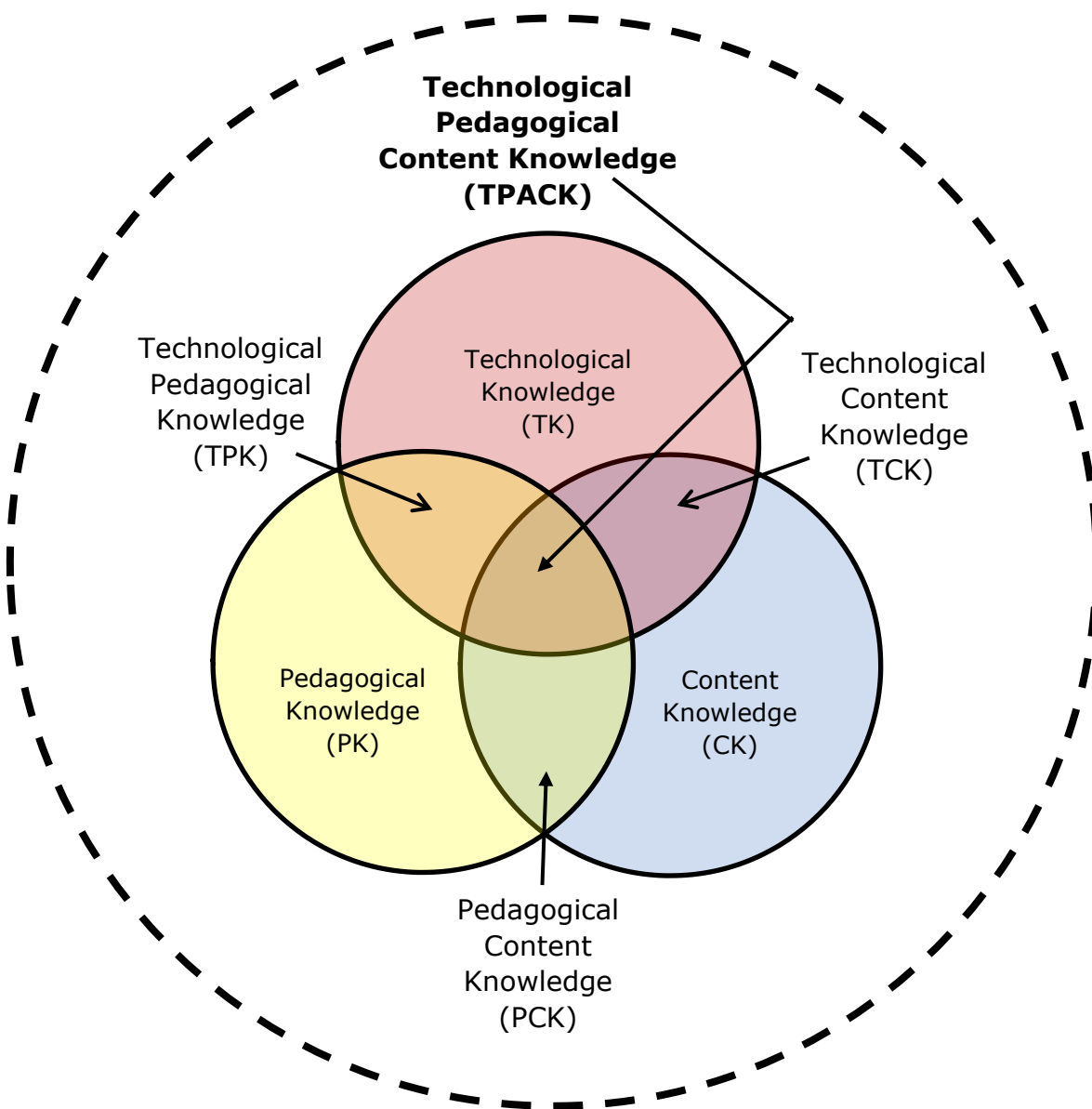
2.2.4 Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)

TPACK er forståelsen som oppstår via interaksjoner mellom innhold, pedagogikk og teknologikunnskap (Koehler & Mishra, 2009), illustrert i figur 1. Koehler og Mishra (2009) mener at TPACK er grunnlaget for effektiv undervisning med teknologi. TPACK krever en forståelse av det å representere konsepter ved bruk av teknologi og forståelse av pedagogiske teknikker som utnytter teknologi for å gjennomføre undervisningen (Koehler & Mishra, 2009). TPACK krever også kunnskap om hva som gjør ulike konsepter vanskelige eller enkle å lære, og hvordan teknologi kan bidra til å rette opp noen av problemene elevene står ovenfor; kunnskap om elevenes forkunnskaper; og kunnskap om hvordan teknologi kan brukes til å bygge videre på eksisterende kunnskap (Koehler & Mishra, 2009).

Koehler og Mishra (2009) foreslår i TPACK-rammeverket at teknologi, innhold og pedagogikk spiller en rolle i undervisningen både selvstendig og i sammenheng med hverandre. Å undervise med teknologi krever at man som lærer kontinuerlig oppdaterer seg på det dynamiske forholdet mellom alle komponentene (Koehler & Mishra, 2009). En endring i en av komponentene medfører også endringer i de andre to (Mishra & Koehler, 2006). Introduksjonen av internett, og spesielt digital undervisning, er et eksempel på teknologi som tvang lærere til å tenke mer i retningen av TPACK (Koehler & Mishra, 2009). Et annet eksempel på TPACK kan være at læreren bruker en dynamisk digital

læringsplattform som gir elevene muligheten til å utforske matematiske konsepter, samtidig som de samhandler med de andre elevene i klassen. Forskjellen mellom TPACK og TPK/TCK er at TPACK er altomfattende når det kommer til undervisning med teknologi. TPACK handler om å ha kjennskap til hvilke teknologiske hjelpemidler som kan brukes for å løse matematiske oppgaver, og samtidig vite hvordan hjelpemidlene kan endre undervisningen (Koehler & Mishra, 2009).

Figur 1. TPACK-rammeverket



Notat: Denne figuren er hentet fra Koehler og Mishra (2009, s. 63), og er en visuell representasjon av TPACK-rammeverket og komponentene det inneholder.

2.3 M-TPACK

M-TPACK står for *Mathematical Technological Pedagogical Content Knowledge* (Landry, 2010). Begrepet er en mer spesifikk versjon av TPACK-begrepet. TPACK er et generelt begrep som gjelder innenfor alle fag, mens M-TPACK handler kun om matematisk teknologisk pedagogisk fagkunnskap. Landry (2010) introduserte M-TPACK-begrepet fordi hun ønsket å lage en spørreundersøkelse som kunne måle matematikklæreres TPACK innenfor matematikkfaget. M-TPACK er ikke brukt ofte, men det finnes mange publikasjoner som diskuterer TPACK-begrepet i et matematisk lys (f.eks. Lee & Hollebrands, 2008; Richardson, 2009; Guerrero, 2010; Grandgenett et al., 2011). M-en i M-TPACK indikerer at fagkunnskapen det er snakk om, er kunnskap om matematikk. Videre i denne artikkelen vil det alltid være snakk om M-TPACK når TPACK-rammeverket nevnes, blant annet i spørreundersøkelsen. Grandgenett et al. (2011) skriver at matematikklærere med godt utviklet M-TPACK bruker denne kunnskapen til å undervise med en god blanding av matematisk innhold, pedagogikk og teknologi. Ifølge Richardson (2009) handler M-TPACK om kryssingen av kunnskap om matematikk, kunnskap om teknologi og kunnskap om undervisning. M-TPACK understreker forestillingen om at teknologi er et verktøy som kan bli brukt for å skape kunnskap både hos lærere og elever (Richardson, 2009). For at teknologi skal bli et verktøy i matematikkundervisningen, må læreren skaffe seg tilstrekkelig M-TPACK (Richardson, 2009).

2.4 TPACK-in-practice

TPACK-rammeverket er et «conceptually based theoretical framework about the relationship between technology and teaching», ifølge Mishra & Koehler (2006, s. 1019). Figg og Jaipal (2012) mener at, selv om TPACK-modellen gir et godt teoretisk grunnlag, illustrerer ikke modellen hvordan denne teorien kan se ut i praksis. Figg og Jaipal (2012) har derfor utviklet et eget rammeverk som de kaller for TPACK-in-Practice. I TPACK-in-Practice framheves TPK og TCK fra TPACK-rammeverket til Mishra og Koehler (2006), og en blanding av komponentene TK og PCK, som da er TPCK (Jaipal & Figg, 2015). TPACK-in-Practice består da av komponentene TPCK-in-Practice, TCK-in-Practice og TPK-in-Practice som vist i figur 2. Jaipal og Figg (2015) sier at rammeverket fremhever generelle egenskaper som støtter og skaper suksessfull teknologibasert undervisning, og samsvarer også med nyere litteratur sine tanker om tverrfaglighet.

2.4.1 TPCK-in-Practice

Ifølge Jaipal og Figg (2015) er TPCK-in-Practice den kunnskapen som oppstår når man legger til TK i PCK. TPCK-in-Practice er kunnskap om hvordan man designer teknologiforbedrende undervisning som møter bestemte læringsmål (Jaipal & Figg, 2015). I TPCK-in-Practice beskriver Jaipal og Figg (2015) to kjennetegn som leder til suksess, og også eksempel på fire handlinger som lærere kan gjøre for å oppnå denne suksessen, illustrert i figur 2. Det første kjennetegnet er å ha et bredt spekter av teknologiforbedrende aktiviteter som representerer forskjellige fagrelaterte kunnskaper (Jaipal & Figg, 2015). For å oppnå dette kan læreren analysere strukturen av teknologiforbedrende aktiviteter og deretter velge den mest effektive aktiviteten (Jaipal & Figg, 2015). Det andre kjennetegnet

er å ha kunnskap om passende innholdsbaserte modeller som passer til teknologiforbedrende aktivitetstyper (Jaipal & Figg, 2015). For å oppnå dette kan lærere analysere hvilken type kunnskap som skal læres og velge en undervisningsmodell som passer en teknologiforbedret gjennomgang (Jaipal & Figg, 2015). TPCk-in-Practice kan beskrives som det å ha tilstrekkelige PCK for å undervise et matematisk tema, i tillegg til å kunne formidle denne kunnskapen ved hjelp av teknologi (Jaipal & Figg, 2015). Et eksempel på TPCk-in-Practice kan være en lærer som forstår at regneark er et godt hjelpemiddel for å visuelt framstille relasjoner mellom grafer. Læreren forstår at bruk av regneark kan være en god teknologiforbedrende aktivitet som passer for å utvikle problemløsende ferdigheter (Jaipal & Figg, 2015).

2.4.2 TCK-in-Practice

Jaipal og Figg (2015) skriver at kjennetegnene for TCK-in-Practice er å ha kunnskap om fagrelatert teknologi, og i tillegg ha personlig kompetanse i å bruke denne teknologien. Dette er illustrert i figur 2. For å oppnå det første kjennetegnet for suksess i TCK-in-Practice skriver Jaipal og Figg (2015) at læreren må tilpasse fagspesifikke verktøy til det aktuelle innholdet, og også omforme verktøy fra andre temaer slik at det tilpasses det aktuelle innholdet. For å skaffe seg kompetanse i den fagrelaterte teknologien, må læreren identifisere de tekniske ferdighetene som er nødvendige for å bruke det aktuelle verktøyet (Jaipal & Figg, 2015). I tillegg må læreren identifisere sine personlige ferdigheter og forutsetninger for å kunne bruke ulike verktøy (Jaipal & Figg, 2015). Et eksempel på TCK-in-Practice kan være en matematikklærer som først introduserer enkle kalkulatorferdigheter og gjenkjenner at dette er nødvendig kunnskap for å gjennomføre matematiske beregninger. Når det grunnleggende er tatt hånd om kan kalkulatoren brukes for mer omfattende matematiske problemer som eksponentialligninger eller algebraiske kalkulasjoner (Jaipal & Figg, 2015).

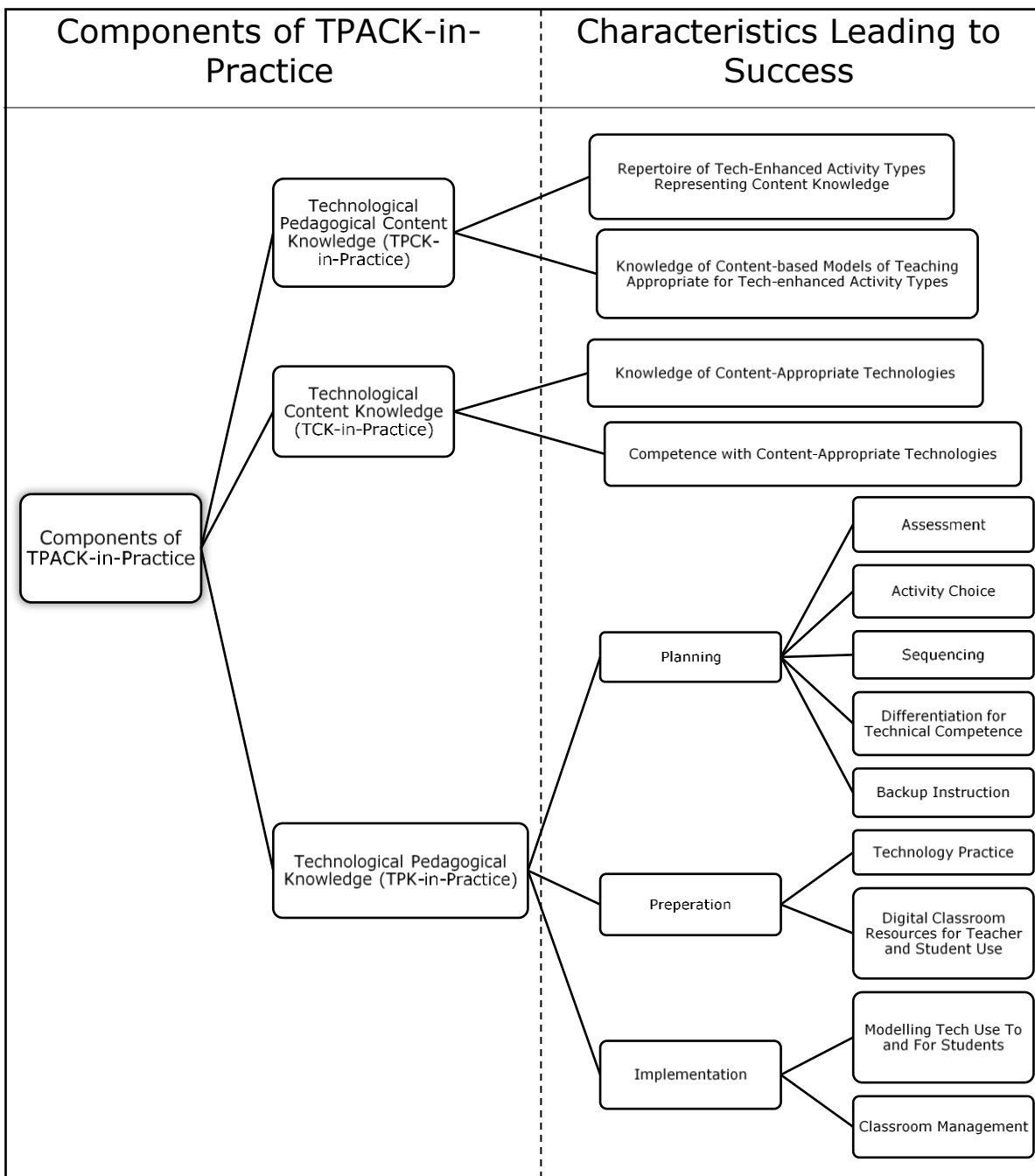
2.4.3 TPK-in-Practice

Jaipal og Figg (2015) ser på TPK-in-Practice som det å inkludere pedagogisk og teknologisk kunnskap i planleggings-, forberedelses- og implementeringsfasen i undervisningen. Disse fasene blir presentert med både kjennetegn og handlinger i figur 2, og selv om fasene blir presentert i en rekkefølge så er prosessene dynamiske (Jaipal & Figg, 2015). I planleggingsfasen i TPK-in-Practice har Jaipal og Figg (2015) identifisert fem kjennetegn: Vurdering, aktivitetsvalg, valg av rekkefølge, differensiering for teknologiske evner og ferdigheter, og reserveløsninger for instruksjonen (Jaipal & Figg, 2015). I forberedelsesfasen er kjennetegnene for suksess teknologitrening og digitale klasseromsressurser som både lærere og elever kan bruke (Jaipal & Figg, 2015). I den siste fasen, implementeringsfasen, presenterer Jaipal og Figg (2015) to kjennetegn for suksess. Disse kjennetegnene er å modellere bruk av teknologi til og for elevene, og klasseromsledelse (Jaipal & Figg, 2015). Det vil si å identifisere riktig måte å demonstrere ulike teknikker for bruk av teknologi, samt vite hvordan elevene jobber for å utvikle sin teknologiske kompetanse (Jaipal & Figg, 2015).

Et eksempel på TPK-in-Practice i planleggingsfasen kan være å lage et vurderingsskjema ved hjelp av et digitalt hjelpemiddel. Deretter velge en aktivitet som er teknologibasert som skal gjennomføres i timen og som bygger videre på elevenes kunnskaper (Jaipal & Figg, 2015). Læreren må differensiere både oppgaver og teknologiske hjelpemiddel slik at de tilpasses elevenes teknologiske ferdigheter, i tillegg til å ha reserveløsninger dersom teknologien ikke skulle virke (Jaipal & Figg, 2015). I forberedelsen av et teknologibasert undervisningsopplegg bør man øve på å bruke de teknologiske verktøyene i instruksjon og få tilbakemeldinger fra kolleger om eventuelle endringer (Jaipal & Figg, 2015). Det er også hensiktsmessig å skaffe oversikt over aktuelle digitale klasseromsressurser som kan forenkle både undervisningen og elevenes læring (Jaipal & Figg, 2015).

Implementasjonsfasen i TPACK-in-Practice handler om å relatere nye teknologiske hjelpemidler til noe som elevene er kjent med fra før, eller la elevene være med på å lære og undersøke de teknologiske hjelpemidlene sammen med læreren (Jaipal & Figg, 2015). Et eksempel på det å la elevene undersøke hjelpemidlene sammen med læreren kan være å kalibrere en SMART Board før time starter (Jaipal & Figg, 2015). Det er også en mulighet å gruppere elevene slik at du får rikelig med teknologisk og fagspesifikk kompetanse i alle gruppene, på denne måten kan elevene lære av hverandre (Jaipal & Figg, 2015).

Figur 2. TPACK-in-Practice-rammeverket



Notat: Denne figuren er en representasjon av komponentene og karakteristikkene i TPACK-in-Practice-rammeverket. Figuren er hentet fra Jaipal og Figg (2015, s. 142).

2.5 Tidligere forskning med TPACK

Hofer og Grandgenett (2012) skriver at det, ifølge TPACK Wiki, ble publisert over 500 artikler relatert til TPACK fra begrepets dannelse i 2006 og fram til 2012. Forskere har sett på TPACK-rammeverket i forskjellige sammenhenger, både i matematikkfaget så vel som andre fag. Abbitt (2011) har blant annet sett på hvordan lærerstudenters TPACK påvirker deres følelse av mestringsevne. Ifølge Abbitt (2011) kan TPACK være en viktig faktor i lærerstudenters følelse av mestringsevne og tro på egen evne til å kunne bruke teknologi i egen undervisningspraksis.

Harris og Hofer (2011) undersøker hvordan læreres TPACK påvirker deres undervisningspraksis, mens Hofer og Grandgenett (2012) studerer hvordan lærerstudenters TPACK utvikler seg i løpet av utdanningsforløpet. Harris og Hofer (2011) undersøker hvordan en utvikling av TPACK påvirker hvordan lærerne tenker når de planlegger undervisningen. Ifølge Harris og Hofer (2011) fører en økning i TPACK til at lærerne blir mer bevisste på hvordan de bruker teknologi i undervisningen. Lærerne i studien innså at de hadde havnet i en rutine før studiens start, og at de utnyttet mulighetene dårlig (Harris & Hofer, 2011). Harris og Hofer (2011) skriver at lærerne i studien ble klar over alle oppgavemulighetene som fantes, og at lærerne tok i bruk mer teknologi i undervisningen i løpet av studien. Hofer og Grandgenett (2012) skriver at lærerstudentenes TPACK øker over tid, men at lærerstudentenes TPACK stagnerte i perioden da de var i praksis. Dette forklarer de med at praksis kan være stressende for mange studenter, samtidig som at det kan være vanskelig å relatere pedagogikken man har lært om til hver undervisningsøkt i praksis (Hofer & Grandgenett, 2012). Hofer og Grandgenett (2012) framhever også viktigheten av teknologi i matematikkundervisningen, og at teknologi får et større fokus i utdanningen, da teknologi blir mer og mer implementert i skolehverdagen.

Martin (2015) fokuserer også på implementeringen av TPACK i lærerutdanningen og hun mener at mange utdanningsprogram hadde hatt godt av en fornyelse, da mange støtter seg til teknologi som er utdatert. Martin (2015) framhever også viktigheten av å skaffe seg selvtillit til å bruke teknologi via eksponering. Akkoc (2011) undersøker hvordan integrering av teknologi kan være med på å avdekke og løse matematiske problemer hos elevene. Ifølge Akkoc (2011) kan en økning av TPACK gi lærerne en større forståelse av hvordan elevene tenker og hvilke problemer som kan oppstå når elevene møter teknologi i matematikk. I tillegg kan TPACK hjelpe lærere å bruke teknologi i undervisningen på en hensiktsmessig måte (Akkoc, 2011).

Richardson (2009) ser på matematikklæreres utvikling, utforskning og framskritt i TPACK i undervisning og læring av algebra. Richardson (2009) skriver om viktigheten av å se de komponentene i TPACK rammeverket i sammenheng, i stedet for å isolere hver enkelt komponent. Ingen lærere må stemples som fagekspert, teknologiekspert eller pedagogikkekspert, man må se alle tre komponentene i sammenheng (Richardson, 2009). Richardson (2009) argumenterer for at det må rettes et større fokus mot lærernes evne til å koble sammen matematiske aktiviteter med teknologi, på denne måten kan matematikken representeres på flere måter. Richardson (2009) påpeker også viktigheten av å utforske utradisjonelle former for teknologi i det algebraiske klasserommet.

2.6 Omvendt undervisning

Dette delkapittelet er inkludert som et resultat av analysearbeidet. I analysen av datamaterialet fra intervjuene var ett av funnene at lærerne hadde begynt å bruke omvendt undervisning. Begrepet er en oversettelse fra Bergmann og Sams (2012) sitt begrep *flipped classroom*. Det er en måte å organisere undervisningen på som medfører at elevene lettere kan forberede seg til timene og henge med i fagene (Bergmann & Sams, 2012). Omvendt undervisning går ut på at læreren lager videoer av forelesningene sine, slik at de blir tilgjengelig for elevene hjemme (Bergmann & Sams, 2012). Den tradisjonelle undervisningen som før var begrenset til klasserommet, blir altså mulig å gjennomføre hjemme (Bergmann & Sams, 2012). En konsekvens av dette er at det blir frigjort mer tid til oppgavejobbing på skolen, som igjen fører til at elevene får bedre veiledning og støtte i jobbingen med oppgaver (Bergmann & Sams, 2012). Omvendt undervisning legger bedre til rette for elevbaserte læringsteorier, som aktiv læring, læring assistert av klassekamerater og læring i samarbeid (Gökce & Murat, 2018). Omvendt undervisning gir elevene muligheten til å ta en større kontroll over eget læringstempo og gir dem mer ansvar for egen læring (Chiu-Lin & Gwo-Jen, 2016).

2.7 Vurdering i matematikk

Dette delkapittelet er også et resultat av analysearbeidet da jeg i datamaterialet fant at flere av lærerne hadde begynt å ta i bruk nye vurderingsformer i matematikk. *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) beskriver vurdering som en måte å samle bevis på elevenes faglige kunnskap, fleksibilitet i å benytte denne kunnskapen og disposisjon eller holdninger til matematikk (Van de Walle et al., 2015). Vurdering blir ofte delt inn i summativ og formativ vurdering (Van de Walle et al., 2015). Summativ vurdering forekommer ofte som en test i slutten av et tema eller et semester (Van de Walle et al., 2015). Formativ vurdering er mer en underveisvurdering som sjekker elevenes utvikling og som forsøker å avdekke elevenes misoppfatninger slik at de kan bli rettet (Van de Walle et al., 2015). Piaget (1976) definerer tre kategorier for formativ vurdering: observasjon, intervju og oppgaver. Observasjon vil si at læreren observerer elevens utvikling i matematikk og foregår i klasserommet på daglig basis. Intervju gir et dypere innblikk i elevenes matematiske kunnskaper, prosesser og deres strategier for å løse problemer, og det gjennomføres som regel en til en mellom lærer og elev. Oppgaver er variasjonen av skriftlig produkt, som problembaserte oppgaver, logger, selvvurderinger og prøver (Van de Walle et al., 2015). Elevenes skriftlige og muntlige vurderinger av eget arbeid gir læreren et godt grunnlag for tilpasset opplæring (Engh, 2014). Det er en sterk sammenheng mellom faglig selvvurdering og motivasjon, spesielt i matematikk (Skaalvik & Skaalvik, 2016). Observasjon og selvvurdering kom spesielt til syne i datamaterialet for min oppgave.

3 Metode

3.1 Metodevalg og metodisk overblikk

I denne masteroppgaven har jeg brukt forskningsmetoden MMR (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Først gjennomførte jeg en spørreundersøkelse for å undersøke læreres M-TPACK før og etter nedstengingen som en følge av covid-19. Ved hjelp av spørreundersøkelsen fant jeg et lite utvalg lærere som ble spurt om å delta i et intervju. Intervjuene hadde som hensikt å finne ut hvordan nedstengingen hadde påvirket lærernes TPACK-in-Practice. Grunnen til at jeg brukte MMR var fordi jeg ville undersøke om det kan være noen sammenheng mellom eventuelle endringer i lærernes M-TPACK og TPACK-in-Practice. Jeg gjennomførte deler av spørreundersøkelsen før jeg gjennomførte intervjuene, noe som gav meg muligheten til å plukke ut lærere med interessante svar. MMR er en blanding mellom kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode, og gir forskeren fordelene av begge forskningsmetodene (Creswell, 2013). MMR gjør det også mulig å forske på forskjellige data og variabler i samme oppgave (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Jeg vurderte derfor at det egnet seg med både kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode for å best mulig kunne svare på forskningsspørsmålene for denne oppgaven.

I det kvantitative arbeidet med oppgaven undersøkte jeg endringer i lærernes oppfattelser av egen M-TPACK fra før nedstengingen til etter nedstengingen. Endringene fant jeg ved hjelp av spørreundersøkelsen, som er en selvevaluering av egen kompetanse i M-TPACK før og etter nedstengingen. I spørreundersøkelsen skulle lærerne svare på spørsmål og påstander knyttet til TPACK-rammeverket, spesielt M-TPACK. Spørreundersøkelsen inneholder påstander om både pedagogisk-, matematisk- og teknologisk kunnskap. I spørreundersøkelsen ville jeg finne ut hvordan lærernes M-TPACK hadde endret seg teoretisk, mens i intervjuene ville jeg se hvordan kunnskapen hadde endret seg i praksis.

I intervjudelen av datainnsamlingen valgte jeg ut lærere som mente de hadde forbedret sin M-TPACK i løpet av nedstengingen, eller lærere som hadde interessante svar på spørreundersøkelsen. Jeg valgte disse lærerne fordi jeg ønsket å finne ut hvordan endringer av M-TPACK påvirket lærernes undervisningspraksis. I intervjuene ønsket jeg derfor å få eksempler på undervisningsopplegg som lærerne brukte før og under nedstengingen. I tillegg ønsket jeg at lærerne skulle forklare hva som var de største endringene i deres undervisningspraksis, spesielt med fokus på teknologiske hjelpemidler. Samtidig vil jeg se på hvilke teknologiske hjelpemidler som ble mest brukt, og hvorvidt de er aktuelle for videre bruk i undervisningen.

3.2 Forskningsdesign

3.2.1 Mixed methods research

MMR er en kombinasjon av kvantitative og kvalitative forskningsmetoder (Creswell, 2013). Kvantitative forskningsmetoder er forskningsmetoder som i hovedsak baserer seg på deduksjon, bekreftelse, teori- og hypotesetesting, forklaring, forutsigelse, standardisert datainnsamling og statistisk analyse (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Spørreskjemaer og bruk av forhåndsbestemte instrumenter er et eksempel på typiske kvantitative forskningsmetoder. Kvalitative forskningsmetoder kan karakteriseres av begrepene induksjon, oppdagelse, forklaring, teori og hypotesegenerering, der forskeren er et instrument i datainnsamlingen (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Intervju og analyse av tekst, bilder eller video er typiske kvalitative forskningsmetoder.

MMR vil altså si at man bruker både forhåndsbestemte instrumenter som for eksempel en spørreundersøkelse, men også spontane og situasjonsbestemte metoder som for eksempel et intervju (Creswell, 2013). Det finnes mange forskjellige definisjoner på MMR, men de fleste har samme grunntanke (Johnson et al., 2007). Johnson et al. (2007) prøvde å komme fram til en definisjon ved å sammenligne og blande ulike definisjoner som florerte innenfor forskningsfeltet. De kom fram til at MMR er forskning hvor en forsker, eller et team av forskere, kombinerer elementer fra både kvalitative og kvantitative forskningstilnærminger for å få mer bredde og dybde av forståelse og bekreftelse (Johnson et al., 2007).

MMR kan designes på mange ulike måter (Cohen et al., 2018). Creswell og Plano Clark (2011) har identifisert seks MMR design, der timing og rekkefølge spiller en viktig rolle (Cohen et al., 2018). De seks designene er: *convergent parallel design*, *explanatory sequential design*, *exploratory sequential design*, *embedded design*, *transformative design* og *multi-phase design* (Creswell & Plano Clark, 2011). I *convergent parallel design*, også kalt *convergent design*, blir kvalitativ og kvantitativ data samlet og analysert separat før de oppsummeres i resultatdelen, der de kombinerte resultatene rapporteres (Cohen et al., 2018). I *explanatory sequential design*, også kalt *explanatory design*, blir vanligvis kvantitative data samlet inn først, etterfulgt av kvalitative data som blir brukt for å forklare de kvantitative dataene (Cohen et al., 2018). *Exploratory sequential design*, også kalt *exploratory design*, blir da det motsatte. Her samles kvalitative data først, vanligvis en liten prøvegruppe, før kvantitative data samles fra en større gruppe for å generalisere funnene (Cohen et al., 2018). I *embedded design* kan kvalitative data bli brukt for å forklare og forstå de kvantitative dataene, eller kvantitative data kan bli brukt for å generalisere kvalitative data. I *emdedded design* har som regel en metode en høyere prioritet enn den andre og dataene oppbevares som regel separat (Cohen et al., 2018). Rekkefølgen er også viktig i denne datainnsamlingen (Cohen et al., 2018). *Transformative design* har ofte en politisk eller ideologisk agenda for å fremme sosial rettferdighet for gruppen/gruppene i studien (Cohen et al., 2018). I *transformative design* har kvantitativ data som regel en større rolle enn kvalitativ (Cohen et al., 2018). Til slutt har vi *multi-phase design*, ofte karakterisert som en rekke av «mini-studier» (Cohen et al., 2018). Datainnsamlingen kan foregå både samtidig og/eller etter hverandre (Cohen et al., 2018). Hensikten med *multi-phase design* er at hver ny studie bygger på resultatene fra den forrige, og forrige studie er

også med på å bestemme om man bruker kvalitativ eller kvantitativ forskningsmetode i den neste studien (Cohen et al., 2018).

3.2.2 MMR i denne oppgaven

I min masteroppgave har jeg brukt et *convergent design* (Creswell & Plano Clark, 2011). Jeg samlet inn mesteparten av de kvantitative dataene før jeg samlet inn de kvalitative, og de to datainnsamlingene var uavhengig av hverandre. Bakgrunnen for å gjennomføre et *convergent design* var fordi jeg undersøkte forskjellige kunnskaper hos lærerne. Jeg valgte å benytte kvantitativ forskningsmetode i form av en spørreundersøkelse, og kvalitativ forskningsmetode i form av et intervju. I spørreundersøkelsen undersøkte jeg endringer i lærernes M-TPACK fra før nedstengingen til etter nedstengingen, mens i intervjuene undersøkte jeg endringer i TPACK-in-Practice før og etter nedstengingen. Designet kan også bli kalt *parallel mixed design* (Teddlie & Tashakkori, 2009). *Parallel mixed design* handler om at kvalitativ og kvantitativ forskning foregår samtidig og uavhengig av hverandre, men samles og sammenlignes i resultatkapittelet (Teddlie & Tashakkori, 2009).

Først gjennomførte jeg store deler av den kvantitative delen av datainnsamlingen. I spørreundersøkelsen samlet jeg inn data fra 56 matematikklærere fra hele landet. Det gav meg svar på hvordan norske matematikklæreres gjennomsnittlige M-TPACK hadde endret seg i løpet av nedstengingsperioden. Ut ifra svarene på spørreundersøkelsen valgte jeg fem lærere som fikk spørsmål om å delta på intervju, for å undersøke endringer i undervisningspraksisen til disse fem lærerne i løpet av nedstengingsperioden. Intervjuene og spørreundersøkelsen gav meg ikke svar på de samme spørsmålene hver for seg, men sammen gav de svar på forskningsspørsmålene for oppgaven.

3.2.3 Kvantitativ forskningsmetode – spørreundersøkelse

Christoffersen og Johannessen (2012) skriver at det finnes forskjellige måter å samle inn kvantitative data. Spørreskjemaer og spørreundersøkelser er metoder som er mye brukt for å skaffe seg kvantitative data (Christoffersen & Johannessen, 2012), og det er akkurat en spørreundersøkelse jeg valgte å benytte meg av i min oppgave. I en kvantitativ undersøkelse er det to viktige spørsmål man må stille seg som forsker: Hvem skal undersøkes og hva skal undersøkes (Christoffersen & Johannessen, 2012). I min oppgave er det norske matematikklærere som skal undersøkes, og jeg undersøker endringer i M-TPACK og TPACK-in-Practice for disse lærerne.

I denne delen av studien oversatte jeg en allerede validert spørreundersøkelse av Landry (2010). I spørreundersøkelsen fikk jeg svar på spørsmål rundt lærernes M-TPACK, både før og etter nedstengingen. I tillegg la jeg til tre spørsmål med åpne svar, som handlet om hvordan lærerne opplevde nedstengingsperioden. Disse tre spørsmålene brukte jeg til å finne aktuelle lærerne for senere intervju. Spørreundersøkelsen i sin helhet er presentert i vedlegg 1 og 2, der vedlegg 1 er den originale spørreundersøkelsen til Landry (2010), mens vedlegg 2 er min oversatte versjon med noen tilleggsspørsmål.

3.2.4 Kvalitativ forskningsmetode – intervju

I min oppgave valgte jeg å gjennomføre kvalitative intervjuer. Kvale og Brinkmann (2009) skriver at intervju er forskning gjennom samtale, og at målet med en intervjuundersøkelse er å se verden fra subjektets ståsted. Kvale og Brinkmann (2009) kommer med to metaforer for den som intervjuer. Intervjueren kan bli sett på som enten en som graver eller en som reiser. I gravermetaforen vil intervjueren forsøke å finne kunnskap som er begravd, mens i reisemetaforen er intervjueren på en reise og ender opp med ny informasjon som han/hun ikke hadde før reisen tok sted (Kvale & Brinkmann, 2009).

Et intervju kan struktureres og gjennomføres på ulike måter (Christoffersen & Johannessen, 2012). Christoffersen og Johannessen (2012) beskriver fire former for intervju: ustrukturert intervju, semistrukturert intervju, strukturert intervju og strukturert intervju med faste svaralternativer. Et ustrukturert intervju, eller åpent intervju, har åpne spørsmål om et tema som er oppgitt på forhånd. Det gir en uformell atmosfære og intervjuet gjennomføres mer som en samtale. Selv om tema er bestemt på forhånd kan intervjuer være åpen for individuelle forskjeller, og tilpasse spørsmålene etter situasjonen (Christoffersen & Johannessen, 2012). Et semistrukturert intervju har en overordnet intervjuguide som utgangspunkt, mens spørsmål, tema og rekkefølge kan variere (Christoffersen & Johannessen, 2012). I et strukturert intervju har man på forhånd bestemt temaet, spørsmålene og rekkefølgen på spørsmålene for intervjuet (Christoffersen & Johannessen, 2012). I den siste formen for intervju, et strukturert intervju med faste svaralternativer, krysser intervjueren av for svarene i et slags spørreskjema (Christoffersen & Johannessen, 2012).

I min studie gjennomførte jeg et semistrukturert intervju. Jeg hadde en intervjuguide med tre faste spørsmål, og noen aktuelle oppfølgingsspørsmål. De tre spørsmålene jeg stilte var: «Har du et eksempel på et undervisningsopplegg du brukte før nedstengingen? Har du et eller flere eksempler på undervisningsopplegg du brukte under nedstengingen? Kan du fortelle om de største endringene når det kommer til bruk av teknologi i undervisningen?» Rekkefølgen på de tre spørsmålene var planlagt på forhånd, da det var en naturlig progresjon i de tre spørsmålene. Oppfølgingsspørsmålene jeg stilte var delvis planlagt på forhånd, men mange av spørsmålene var en reaksjon på svarene jeg hadde fått tidligere i intervjuet. Hele intervjuguiden er presentert i vedlegg 3.

Kvale og Brinkmann (2009) har laget en oversikt med de sju stegene de mener finner sted i en intervjuundersøkelse, og jeg brukte disse sju stegene som utgangspunkt for mitt arbeid med intervju i denne oppgaven. De sju stegene er:

1. *Thematizing* – Avklare formålet med forskningen og oppfatningen av temaet som skal undersøkes før intervjuet starter. Spørsmålene om hvorfor og hva i forskningen bør avklares før spørsmålet om hvordan, altså metode, blir stilt.
2. *Designing* – Planlegging av studiens utforming, med fokus på de syv stadiene i et intervju, før selve intervjuet finner sted. Utformingen av studien gjennomføres med tanke på å skaffe den tiltenkte kunnskapen og ta hensyn til de moralske implikasjonene av studien.
3. *Interview* – Gjennomføre intervjuene basert på en intervjuguide og med en reflekterende tilnærming til kunnskapssøken og den menneskelige relasjonen til intervjusituasjonen.

4. *Transcribing* – Forberede intervjumaterialet for analyse, vanligvis en transkripsjon fra muntlig tale til skrevet tekst.
5. *Analyzing* – Bestemme, basert på formålet og temaet med forskningen og intervjuets natur, hvilke analysemetoder som er hensiktsmessige for intervjuet.
6. *Verifying* – Fastslå gyldighet, pålitelighet og generaliserbarhet av funnene.
7. *Reporting* – Kommunisere metodene som er brukt og funnene i studien i en form som tilfredsstillende vitenskapelige kriterier, samt ta det estetiske aspektet av undersøkelsen i betraktning. Resultatene må deretter være i et lesbart produkt.

(Kvale & Brinkmann, 2009, s. 102)

3.3 Empiri/datainnsamling

Først gjennomførte jeg en spørreundersøkelse i Nettskjema, som er en tjeneste utviklet av Universitetet i Oslo (UiO). Deretter valgte jeg ut fem av deltakerne fra spørreundersøkelsen som jeg intervjuet for å få kunnskap om lærernes M-TPACK, og spesielt bruken av denne kunnskapen i praksis (TPACK-in-Practice). Intervjuene ble gjennomført på Zoom, da situasjonen med covid-19 gjorde det vanskelig å besøke skolene direkte. Jeg opplevde ingen problemer med å gjennomføre intervjuene på Zoom, og det er med på å understreke viktigheten av teknologiske hjelpemidler i dagens samfunn.

For å finne lærere til å delta i spørreundersøkelsen spurte jeg alle skolene hvor jeg hadde vært i praksis i løpet av studiet. I tillegg sendte jeg ut en e-post til andre skoler som jeg hadde en relasjon til, samtidig som at jeg sendte e-post til skoler i Trondheimsområdet. Jeg spurte også om noen kunne tenke seg å delta i undersøkelsen min på en gruppe på Facebook som heter Matematikdidaktikk. Dermed skaffet jeg meg svar fra 56 lærere over hele landet, med forskjellig bakgrunn og erfaring.

Gjennom analysen av svarene i spørreundersøkelsen fant jeg fem lærere som var aktuelle for intervju. Jeg fant den gjennomsnittlige verdien for hver av de sju kategoriene i M-TPACK-undersøkelsen, både før og etter nedstengingen. Jeg valgte intervjupersoner ut ifra endringer i de gjennomsnittlige verdiene i M-TPACK. I tillegg hadde jeg noen åpne spørsmål som handlet om undervisningsmetoder i nedstengingsperioden og hvorvidt de er aktuelle for framtidig undervisning. Valg av intervjupersoner var også avhengig av flere kriterier. Jeg valgte lærere med forskjellig utdannelse, erfaring, alder og bakgrunn. Jeg ønsket å få et så bredt bilde på situasjonen som mulig, og valgte derfor lærere både fra by- og bygdeskoler. Jeg valgte lærere som rapporterte å ha forbedret M-TPACK, eller som hadde høy M-TPACK i utgangspunktet. I tillegg var svarene på de åpne spørsmålene utslagsgivende for valg av intervjupersoner, da de gav meg et bilde på hvordan lærerne gjennomførte undervisningen sin nedstengingsperioden. Jeg valgte også lærere som i spørreundersøkelsen hadde krysset av på at de ønsket å delta i et intervju.

3.3.1 Presentasjon av intervjudeltakere

Jeg gjennomførte fem intervju med lærere fra fire ulike skoler. Alle disse lærerne var blant de 20 første som svarte på spørreundersøkelsen, da jeg ønsket å komme i gang med intervjuprosessen så tidlig som mulig.

Anders

Første intervju var med en mann i 60-årene som underviste en 10.klasse da nedstengingen startet, i resten av denne oppgaven har jeg gitt han navnet Anders. Anders har over 20 års erfaring som lærer, men teknologi er ikke hans sterkeste side, ifølge han selv. Anders var en av de som hadde størst økning i gjennomsnittlig M-TPACK fra før nedstengingen til etter nedstengingen. Det var en økning fra 3 til 3,8 på en skala fra 1-5. Det er viktig å poengtere at M-TPACK måler mer enn bare TK. Derfor kunne Anders ha en samlet M-TPACK på 3 før nedstengingen, selv om han selv mente at teknologi var noe han ikke behersket så godt, i alle fall ikke før nedstengingen. Økningen i M-TPACK var hovedgrunnen til at jeg spurte Anders om å delta på et intervju. I tillegg nevnte Anders det digitale hjelpemiddelet *Kikora* i de åpne spørsmålene i spørreundersøkelsen, noe som jeg ønsket å få mer kunnskap om gjennom et intervju.

Ola

Det andre intervjuet var med en mann i 40-årene som er lærer på mellomtrinnet, fra nå av går han under navnet Ola. Ola har bare et par års erfaring som lærer, men han har derimot bakgrunn i jobb med IT og lignende, så de teknologiske ferdighetene er langt over gjennomsnittet sammenlignet med resten av lærerne i spørreundersøkelsen. På en skala fra 1-5, rapporterte Ola om å ha 4,5 i TK før nedstengingen og 5 i TK etter nedstengingen. Ola rapporterte også en økning i M-TPACK under nedstengingen. Han gikk fra å ha M-TPACK på 3,6 før nedstengingen til 4,2 etter nedstengingen. Ola sin gode teknologiske kompetanse var grunnen til at jeg valgte å intervjuer han. Ola var også ferdig med lærerutdanningen for under et år siden, derfor er det interessant å se hvordan han forholder seg til teknologi i undervisningen sammenlignet med de som har vært yrkesaktive i en lengre periode.

Knut

Det tredje intervjuet var med en lærer på ungdomstrinnet, fra nå av kalles han Knut. Han er i 30-årene og har vært lærer i omkring 10 år. Knut var en av lærerne som ikke rapporterte om store endringer i M-TPACK i løpet av nedstengingsperioden. I M-TPACK hadde han en nedgang fra 3,4 til 3,2 i løpet av nedstengingsperioden. Knut hadde derimot noen interessante svar på de åpne spørsmålene i spørreundersøkelsen. Knut skrev blant annet at han ikke følte at hans teknologiske ferdigheter ble forbedret under nedstengingen, men at han heller fikk praktisert ting som han kunne fra før, men ikke hadde prøvd ut. Et annet svar som gjorde at Knut var en interessant person å intervjuer var at han skrev at han spilte inn videosnutter for elevene i nedstengingsperioden. Svarene passet svært godt over ens

med forskningsspørsmålene mine og det var interessant å finne ut hvilke endringer og kunnskaper han fikk praktisert selv om han ikke hadde endret M-TPACK.

Tore

Fjerde intervju var også med en mann. Han er lærer på videregående, er i 40-årene og fra nå av kalles han Tore. Han har over 20 år med erfaring som lærer. Tore hadde ikke en veldig stor økning i M-TPACK i løpet av nedstengingsperioden. Det var en økning fra 3,2 før til 3,4 etter nedstengingen. Tore ble også spurt om å delta på intervju på grunn av svarene på de åpne spørsmålene. I likhet med Knut skrev Tore at han blant annet hadde benyttet egenproduserte undervisnings- og forelesningsøtkter. Tore skrev også at han følte at sine teknologiske ferdigheter hadde forbedret seg «ganske positivt» i nedstengingsperioden, og at han fikk utvidet spekteret litt. Svaret sto litt i strid med det han svarte på spørsmålene om M-TPACK, men det var fortsatt interessant å finne ut hvilke endringer han mente han hadde oppnådd.

Mari

Det femte og siste intervjuet var med en kvinne i 40-årene som er lærer på ungdomsskolen. Hun har nesten 20 års erfaring, og vil fra nå av kalles Mari. Mari hadde heller ikke en kraftig økning i M-TPACK, men hun hadde høy M-TPACK sammenlignet de andre som svarte tidlig på spørreundersøkelsen. Hun hadde en økning fra 3,6 før nedstengingen til 3,8 etter nedstengingen. Dette var verdier over gjennomsnittet da jeg begynte å invitere lærere til intervju, men gjennomsnittsverdien for M-TPACK økte jo flere besvarelser jeg fikk. Mari hadde også interessante svar på de åpne spørsmålene, blant annet at hun hadde begynt å bruke Campus Matte i nedstengingsperioden og at det er noe hun absolutt vil fortsette med videre. Hun nevnte også at hun ikke lenger bruker lærebok, noe som var interessant å finne ut mer om.

3.4 Instrument

3.4.1 Spørreundersøkelse

Instrumentet jeg brukte for spørreundersøkelsen var et ferdig instrument laget av Landry (2010), og det er lagt ved som vedlegg 1. Instrumentet er laget for å kunne avdekke læreres M-TPACK og er en videreføring av et instrument laget av Schmidt et al. (2009). Det originale instrumentet til Schmidt et al. (2009) ble designet for å vurdere lærerstudenters TPACK. Landry (2010) ville derimot lage et instrument som målte yrkesaktive matematikklæreres M-TPACK. Hun skriver at: «the instrument was created by means of identifying factors that influenced the extent to which middle school mathematics teachers integrate technology in their classroom instruction» (Landry, 2010, s. 32). Dette passer godt med forskningsspørsmålet mitt for denne masteroppgaven.

For å komme fram til dette ferdige instrumentet som måler læreres M-TPACK, gjennomførte Landry (2010) en MMR. Studien ble, ifølge Landry (2010), gjennomført i tre faser. I første

fase samlet hun inn kvantitative data ved hjelp av den originale spørreundersøkelsen til Schmidt et al. (2009). I fase to analyserte hun kvalitative data for å identifisere problem rundt M-TPACK. De aktuelle problemene rundt M-TPACK ble brukt for å omforme spørsmålene fra den originale undersøkelsen til Schmidt et al. (2009), for å deretter lage en ny spørreundersøkelse som identifiserer læreres M-TPACK (Landry, 2010). Til slutt, i fase tre, ble den nye spørreundersøkelsen testet for validitet og reliabilitet ved hjelp av kvantitative metoder (Landry, 2010).

I min masteroppgave skulle lærerne gjennomføre den samme spørreundersøkelsen to ganger. Først skulle de tenke tilbake og svare på påstandene om TPACK ut ifra deres ferdigheter og kunnskap i teknologi før nedstengingen. Etterpå skulle lærerne svare på spørsmålene ut ifra hvordan deres kunnskap er i dag, etter å ha måttet ta i bruk teknologi under og etter nedstengingen i forbindelse med covid-19.

3.4.2 Intervjuguide

Intervjuene var lagt opp som semistrukturerte intervju. Intervjuguiden besto av tre hovedspørsmål, med tilhørende oppfølgingsspørsmål. Jeg stilte også oppfølgingsspørsmål som ikke står i intervjuguiden der det oppsto interessante detaljer og svar fra lærerne. Rekkefølgen på spørsmålene var bestemt på forhånd, for å gi intervjuene en naturlig progresjon. I første spørsmål spurte jeg om eksempler på undervisningsopplegg før nedstengingen. I andre spørsmål spurte jeg om undervisningsopplegg under nedstengingen. Det tredje spørsmålet handlet om endringer i bruk av teknologi. Intervjuguiden er presentert i vedlegg 3. Jeg brukte de sju stegene til Kvale og Brinkmann (2009) som utgangspunkt for utformingen av intervjuguiden og i etterarbeidet av intervjuene.

3.5 Analysemetode

3.5.1 Kvantitativ analyse av spørreundersøkelsen

For å analysere de kvantitative dataene fra spørreundersøkelsen lagde jeg først en skala fra 1-5, der 1 representerte svaralternativet veldig uenig, 2 var uenig, 3 var verken/eller, 4 var enig og til slutt 5 var veldig enig. Deretter lagde jeg tabeller der jeg sammenlignet svarene om lærernes kunnskap før nedstengingen med svarene de gav om egen kunnskap etter nedstengingen. Tabellene hadde også en tredje kolonne hvor jeg noterte differansen mellom før- og etter-verdiene. Det gjorde jeg for alle de 56 lærerne.

Etter å ha samlet svarene fra alle lærerne i et Excelark, fant jeg den gjennomsnittlige verdien for alle lærerne innenfor hver av de sju kategoriene innenfor M-TPACK, både før og etter nedstengingen. For å undersøke endringene nærmere, benyttet jeg meg av statistikkprogrammet SPSS (IBM Corp., 2020). Jeg hadde et dokument for hver av de sju kategoriene i SPSS, og hvert dokument besto av to sett med data: gjennomsnittlig verdi før nedstengingen og gjennomsnittlig verdi etter nedstengingen. Jeg brukte boksplott fordi det egner seg godt til å sammenligne to grupper av verdier, her M-TPACK før og etter nedstengingsperioden. Jeg sammenlignet boksplottene for før- og etter-verdiene for å se om det var noen merkbare endringer i noen av de sju kategoriene i TPACK-rammeverket. I tillegg til å lage boksplott, gjennomførte jeg en Mann-Whitney U test. En Mann-Whitney U

test er en ikke-parametrisk test, som vil si at den tester forskjeller mellom to grupper på en enkel variabel uten spesifikk fordeling (McKnight & Najab, 2010). Variablene er i denne oppgaven den gjennomsnittlige kunnskapen i hver av de sju kategoriene i M-TPACK. Ved å ta i bruk en Mann-Whitney U test fant jeg ut om endringene i gjennomsnittlig kunnskap var statistisk signifikant eller ikke for hver av de sju kategoriene i M-TPACK.

3.5.2 Kvalitativ analyse av intervjuene

I analysen av de kvalitative dataene brukte jeg rammeverket TPACK-in-Practice. I analysearbeidet av dataene hadde jeg størst fokus på å identifisere endringer i lærernes bruk av teknologiske hjelpemidler i undervisningen.

For å analysere svarene jeg samlet inn i de fem intervjuene brukte jeg tematisk analyse. Tematisk analyse er en metode for å identifisere, analysere og rapportere om mønstre eller temaer innen et datamateriale (Braun & Clarke, 2006). Det er mange valg som må tas når man gjør tematisk analyse, blant annet å bestemme hva som er et tema eller en kode i analysen (Braun & Clarke, 2006). Et annet valg er om man vil gjennomføre en induktiv eller teoretisk tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006). Induktiv analyse vil si å kode dataene uten å prøve å få dem til å passe inn i en allerede eksisterende koderamme (Braun & Clarke). Det betyr derimot ikke at forskeren kan frigi seg fra den aktuelle teorien (Braun & Clarke, 2006). I en teoretisk tematisk analyse er derimot analysen drevet av forskerens teoretiske eller analytiske interesser (Braun & Clarke, 2006). Teoretisk tematisk analyse har tendensen til å være mer detaljert på enkelte aspekter av datamaterialet i stedet for å se på helheten i dataene (Braun & Clarke, 2006). I min oppgave brukte jeg en induktiv tematisk analyse, der jeg lagde egne koder for å skaffe meg et overblikk over datamaterialet fra intervjuene. Selv om jeg gjennomførte en induktiv tematisk analyse, så var kodene jeg brukte relatert til TPACK-in-Practice-rammeverket.

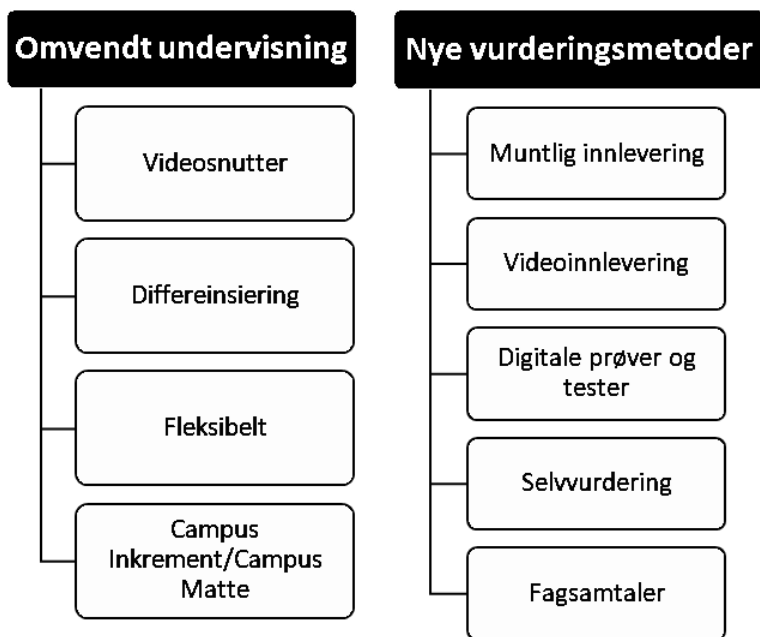
Braun og Clarke (2006) beskriver seks faser av tematisk analyse. Disse fasene er presentert og beskrevet i Tabell 1. Det første jeg gjorde i analysearbeidet var transkribering av lydfilene fra alle fem intervjuene. Etter å ha transkribert intervjuene, la jeg filene inn i analyseverktøyet *NVivo* (QSR, 2020), som er et verktøy for å organisere, lagre og analysere data. Deretter begynte jeg å lage koder som passet til datamaterialet og som var relatert til TPACK-in-Practice. Videre plasserte jeg kodene i forskjellige temaer innenfor TPACK-in-Practice-rammeverket. Deretter begynte jeg å lete etter koder og temaer som gjentok seg i intervjuene og fant to funn fra datamaterialet som var aktuelle for min oppgave: (1) omvendt undervisning og (2) nye vurderingsmetoder. Jeg gikk da gjennom datamaterialet på nytt for å finne koder som passet til de to funnene. Resultatet av den andre gjennomgangen av datamaterialet finnes i sin helhet i figur 3. Etter å ha gjennomført en tematisk analyse, rapporterte jeg funnene i resultatkapittelet.

Tabell 1. Fasene i tematisk analyse

Phase	Description of the process
1. Familiarizing yourself with your data:	Transcribing data (if necessary), reading and re-reading the data, noting down initial ideas.
2. Generating initial codes:	Coding interesting features of the data in a systematic fashion across the entire data set, collating data relevant to each code.
3. Searching for themes:	Collating codes into potential themes, gathering all data relevant to each potential theme.
4. Reviewing themes:	Checking if the themes work in relation to the coded extracts (Level 1) and the entire data set (Level 2), generating a thematic «map» of the analysis.
5. Defining and naming themes:	Ongoing analysis to refine the specifics of each theme, and the overall story the analysis tells, generating clear definitions and names for each theme.
6. Producing the report:	The final opportunity for analysis. Selection of vivid, compelling extract examples, final analysis of selected extracts, relating back of the analysis to the research question and literature, producing a scholarly report of the analysis.

Notat: Tabellen er hentet fra Braun & Clarke (2006, s. 87).

Figur 3. Resultat av tematisk analyse



Notat: Omvendt undervisning og nye vurderingsmetoder er to temaer som jeg fant i analysen. Under de to temaene er kodene som tilhørte hvert tema.

3.6 Forskningens troverdighet

Det finnes mange artikler med mange forskjellige begreper innenfor temaet om forskningstroverdighet, men jeg har valgt å ta utgangspunkt i rammeverket til Guba (1981).

3.6.1 Hva er forskningstroverdighet?

Guba (1981) presenterer fire kriterier som er sentrale for å sikre troverdigheten til et forskningsprosjekt. Disse fire kriteriene bør oppfylles uansett om man benytter kvalitativ eller kvantitativ forskningsmetode (Guba, 1981). Det første kriteriet er *truth value*. Guba (1981) forklarer *truth value* som hvordan man kan etablere en tillit til funnene som ble gjort i studien. Det vil si om man kan føle seg sikker på at de funnene man har funnet faktisk stemmer, eller om det er noen feilkilder til stede. Det andre kriteriet som Guba (1981) presenterer er *applicability*. Her menes det til hvilken grad funnene som er gjort i en undersøkelse kan anvendes i andre kontekster eller i andre emner. Det tredje kriteriet er *consistency*. *Consistency* går ut på hvordan man kan fastslå om funnene i en studie ville blitt det samme dersom man repeterte studien med samme, eller lignende, respondenter i samme, eller lignende, kontekst (Guba, 1981). Det siste kriteriet er *neutrality*. Guba (1981) forklarer *neutrality* som til hvilken grad man kan fastslå at funnene i en undersøkelse utelukkende er et resultat av respondentene og forholdene til undersøkelsen, og ikke et resultat av forskerens interesser, perspektiver og motivasjon.

3.6.2 Forskningstroverdighet i MMR

Forskningstroverdighet i MMR vil være en blanding av forskningstroverdighet innenfor kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode (DeCuir-Gunby, 2008). Uavhengig av hvordan man designer en MMR, vil Gubas fire aspekter for troverdighet ligge i bunn (Sale & Brazil, 2004). MMR må, på samme måte som kvalitative og kvantitative studier, inneholde aspektene *truth value*, *applicability*, *consistency* og *neutrality* (Sale & Brazil, 2004).

Truth value i MMR handler om å sikre kredibilitet i den kvalitative delen og validitet i den kvantitative delen (DeCuir-Gunby, 2008). Ved å kombinere både kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode for å undersøke samme forskningsspørsmål eller problemstilling, kan man argumentere for at man styrker validiteten til forskningen (Cohen et al., 2018). Hurmerinta-Peltomaki og Nummela (2006) skriver at MMR er med på å gi funn en høyere grad av validitet, samtidig som at det kan være med på å skape større kunnskap hos forskeren. For å oppnå høy validitet forutsetter det at kildene forskeren velger å bruke, altså deltakere i både spørreundersøkelse og intervju, er troverdige og egnet for å svare på de aktuelle spørsmålene (Guba, 1981). Given (2008) beskriver validitet som det å ha undersøkt det man ønsket å undersøke.

Neste prinsipp for forskningstroverdighet er *applicability* (Guba, 1981). Det kan argumenteres for at man i MMR oppnår en større grad av *applicability*, da det benyttes både kvalitative og kvantitative datainnsamlinger, noe som gir mer data og større sannsynlighet for at funnene kan benyttes innenfor flere kontekster (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). *Applicability* i MMR vil først og fremst bedømmes av den samlede verdien av *external validity*, også kalt *generalizability*, og *transferability* i funnene som er gjort (Sale & Brazil, 2004). I den kvantitative delen av studien vil man helst at funnene skal kunne gjelde

innenfor en størst mulig kontekst (Given, 2008). I den kvalitative delen av studien handler det derimot om å beskrive og forklare i hvilke kontekster man kan bruke funnene som er gjort i datainnsamlingen (Given, 2008).

Det tredje prinsippet som Guba (1981) beskrev er *consistency*. I MMR blir *consistency* hovedsakelig bedømt ut ifra studiens reliabilitet (Cohen et al., 2018). Det går ut på at instrumentene som blir brukt må kunne produsere stabile resultater (Guba, 1981), både i den kvantitative og kvalitative delen av studien. *Consistency* i MMR skiller seg derfor ikke veldig mye fra *consistency* i kvalitative og kvantitative studier, da grunnprinsippet er det samme innenfor begge forskningsmetodene, nemlig stabilitet i resultatene (Cohen et al., 2018). En ting som er viktig når man snakker om *consistency* er at forskeren beskriver nøye og detaljert prosedyren om hvordan instrumentene ble brukt (Guba, 1981). Det er viktig fordi det skal være mulig for andre forskere å gjennomføre en lignende datainnsamling med lignende forutsetninger, noe som er en viktig faktor for å sikre reliabilitet (Cohen et al., 2018).

Det siste kriteriet Guba (1981) mener må være med for å sikre forskningstroverdighet er *neutrality*. Kravene for *neutrality* kan ligne på kravene for å oppnå *consistency*, blant annet at metode og framgangsmåte er nøye beskrevet (Guba, 1981). *Neutrality* beskrives med *objektivitet* innenfor kvantitativ forskningsmetode og med *confirmability* innenfor kvalitativ metode (Guba, 1981). *Neutrality* går i all hovedsak ut på å trekke upartiske konklusjoner ut fra et upartisk datamateriale (Given, 2008). Given (2008) påpeker at *confirmability* handler om at funnene og tolkningene samsvarer med dataene, og at forskeren ikke trekker slutninger som ikke støttes opp av data.

3.6.3 Forskningstroverdigheten i denne oppgaven

I denne oppgaven sørget jeg for å ha et bredt utvalg av lærere som deltok på spørreundersøkelsen slik at jeg fikk et representativt utvalg for den gjennomsnittlige matematikklærer i Norge. Det medfører at oppgaven får en stor grad av *truth value* (Guba, 1981). Instrumentene jeg brukte målte også akkurat det jeg som forsker ønsket å finne ut av, noe som også gir oppgaven *truth value*.

Funnene fra både intervjuene og spørreundersøkelsen kan også benyttes til å finne svar på andre spørsmål enn det jeg har undersøkt. Blant annet kan man undersøke det gjennomsnittlige M-TPACK-nivået til norske matematikklærere, i motsetning til det jeg har forsket på, som er endringer i M-TPACK og TPACK-in-Practice. Man kunne også gått inn i datamaterialet og fokusert på ulike deler av datamaterialet, blant annet om kjønn har noe å si for lærernes M-TPACK, eller om det er forskjeller i kunnskapen hos lærere som har vært lærere i mindre enn 5 år kontra de som har vært lærere i over 20 år. I intervjuene fikk jeg altså data som ikke nødvendigvis var relevant for mitt forskningsspørsmål, men som likevel var interessante. Alt dette viser at undersøkelsen har stor *applicability* (Guba, 1981) og kan brukes i flere ulike kontekster.

Metode og framgangsmåte er også nøye beskrevet, så det er mulig å gjenskape undersøkelsen med et lignende utvalg lærere. Det medfører at undersøkelsen har stor grad av *neutrality*, da alle funnene som blir presentert er et resultat av svarene jeg fikk på både

spørreundersøkelsen og i intervjuene (Guba, 1981). Undersøkelsen hadde heller ikke preg av partiskhet, da alle funn presentert i resultatkapittelet kan støttes av datamaterialet, noe som Guba (1981) mener er viktig for å sikre studiens *neutrality*.

Som nevnt var det et stort mangfold lærere som deltok i undersøkelsen, noe som også er med på å gi undersøkelsen *consistency* (Guba, 1981). Både spørreundersøkelsen og intervjuguide er tilgjengelig som vedlegg 2 og vedlegg 3, så det er mulig å gjennomføre den samme undersøkelsen med et nytt og lignende utvalg lærere. Reliabiliteten, eller *alpha coefficient*, til spørreundersøkelsen er beskrevet av Landry (2010): TK ($\alpha = .877$); CK ($\alpha = .847$); PK ($\alpha = .713$); PCK ($\alpha = .628$); TCK ($\alpha = .892$); TPK ($\alpha = .347$); og TPACK ($\alpha = .819$). George og Mallery (2003) foreslår følgende regel for å bedømme reliabilitet, $> .9$ Utmerket, $> .8$ Bra, $> .7$ Akseptabelt, $> .6$ Tvilsomt, $> .5$ Dårlig, $< .5$ Uakseptabelt (Landry, 2010). Reliabiliteten for kategoriene var generelt bra eller akseptabel, med unntak av PCK og TPK (Landry, 2010). Reliabiliteten til intervjuene er vanskeligere å bedømme. Selv om en annen forsker bruker samme intervjuguide, vil oppfølgingsspørsmål variere både av forskeren og av deltakeren i intervjuet.

3.7 Etikk

Etikk er et viktig område i forskning i søken etter sannheten (NESH, 2016). Etikk er et område innfor filosofi og kan selv deles inn i fire underområder; metaetikk, normativ etikk, anvendt etikk og deskriptiv etikk (Sagdahl, 2020). Ifølge Store norske leksikon er etikkens formål å studere hvordan man bør handle, samt forståelse av begrepene vi bruker når vi evaluerer handlinger, personer som handler, og utfall av handlinger (Sagdahl, 2020). I forskning fremstår etikk først og fremst som forskningsetikk, som «viser til et mangfold av verdier, normer og institusjonelle ordninger som bidrar til å konstituere og regulere vitenskapelig virksomhet» (NESH, 2016, s. 5).

3.7.1 Forskningsetikk

Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) har kommet med forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi (2016). NESH skriver at: «Retningslinjene er rådgivende og veiledende, og de skal bidra til å utvikle forskningsetisk skjønn og refleksjon, avklare etiske dilemmaer og fremme god vitenskapelig praksis» (NESH, 2016, s. 5). Videre skriver NESH at «Forskningsetiske retningslinjer er konkretiseringer av forskersamfunnets grunnleggende normer og verdier» (NESH, 2016). Det er for mange normer til at jeg kan nevne alle i denne oppgaven, men NESH har delt disse normene inn i fire områder:

- 1) *Normer for god vitenskapelig praksis, knyttet til forskningens søken etter sikkerhet, dekkende og relevant kunnskap (akademisk frihet, åpenhet, etterprøvnbarhet etc.)*
- 2) *Normer som regulerer forskersamfunnet (redelighet, etterrettelighet, habilitet, kritikk, etc.)*
- 3) *Forskningens forpliktelse overfor dem som deltar i forskningen (respekt, menneskeverd, konfidensialitet, fritt og informert samtykke etc.)*

4) *Forskningens relasjon til resten av samfunnet (uavhengighet, interessekonflikter, samfunnsansvar, forskningsformidling etc.)*

(NESH, 2016, s. 6)

NESH (2016) skriver at de to første gruppene er interne, og knyttet til forskersamfunnets selvregulering. De to siste gruppene er derimot eksterne og knyttet til forholdet mellom forskning og samfunn (NESH, 2016). Selv om det er et skille mellom interne og eksterne normer, så er det noen ganger en glidende overgang mellom normene (NESH, 2016).

3.7.2 Forskningsetikk i denne oppgaven

I arbeidet med denne oppgaven har jeg fulgt og tatt hensyn til disse forskningsetiske retningslinjene og normene som tilhører dem. Prosessen og metodene som ble brukt er nøye beskrevet tidligere i dette kapitlet, noe som gjør at det er mulig å gjennomføre en lignende studie ved et senere tidspunkt. Det var et bredt utvalg lærere som deltok i spørreundersøkelsen, noe som medfører at det er lettere å kunne gjenspeile undersøkelsen, da det ikke kreves data fra en spesifikk gruppe lærere. Undersøkelsene bar ikke preg av partiskhet, og alle svarene jeg fikk både på spørreundersøkelsen og i intervjuene ble analysert og tatt til etterretning i analysen og i resultat- og diskusjonskapitlene.

I denne oppgaven har jeg også tatt hensyn til alle de forskjellige skolene og lærerne som deltok i undersøkelsene. Alle personopplysninger og andre identifiserende opplysninger har blitt anonymisert. Jeg hadde laget et samtykkeskjema som alle lærerne som deltok i spørreundersøkelsen fikk se gjennom og skrive under på (vedlegg 4). I tillegg gjorde jeg det klart at dette var en frivillig undersøkelse, og at lærerne når som helst kunne trekke sin deltakelse i undersøkelsen. De skolene som ble spurt om deltakelse i undersøkelsen fikk også vite at jeg kom til å se på de positive trendene under nedstengingen. På denne måten trengte de ikke å føle at de kunne bli «avslørt» for manglende fokus på teknologi. Selv om fokuset mitt lå på de lærerne som utviklet seg positivt, betyr ikke det at jeg ikke bruker dataene fra de lærerne som kanskje utviklet seg negativt, eller som ikke utviklet seg i det hele tatt.

Prosjektet, med både intervjuguide og spørreundersøkelse, ble meldt inn og godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD, Referansenummer 370941). Godkjennelsen inkluderte også oppbevaring av dataene som ble hentet inn. Spørreundersøkelsen ble gjennomført i Nettskjema, som er en nettside som er laget av Universitetet i Oslo (UiO), og er laget for forskning. Alle dataene fra spørreundersøkelsen ble også lagret inne på min personlige side i Nettskjema, og det var frivillig om deltakerne ønsket å oppgi navn og e-postadresse.

Intervjuene ble gjennomført via Zoom, da situasjonen med covid-19 gjorde det vanskelig å dra til skolene og intervju lærerne direkte. For å ta opp intervjuene lånte jeg en opptaker av NTNU for å kunne lagre dataene fra intervjuene uten å måtte oppbevare dem på min egen datamaskin. Jeg tok også i bruk «Nettskjema diktafon», en app som er godkjent av NTNU, som en reserveløsning i tilfellet opptakeren skulle svikte. Dataene fra Nettskjema diktafon ble lagret og kryptert direkte inn på Nettskjema, noe som betyr at dataene ikke ble lagret på min datamaskin. Transkripsjonene av intervjuene ble lagret på egen datamaskin, men de inneholdt ingen personopplysninger eller personidentifiserende data.

4 Resultat

I dette kapitlet vil jeg vise at lærernes gjennomsnittlige, selvrapporterte M-TPACK ikke hadde noen signifikant endring fra før skolen stengte 12. mars 2020 til våren 2021. Selv om man kan se en liten økning i flere av kategoriene som inngår i M-TPACK, så er ikke disse økningene statistisk signifikante. Dette gir svar på det første av de to forskningsspørsmålene mine:

- 1. I hvilken grad har norske matematikklæreres teknologiske, pedagogiske, matematiske kunnskap endret seg under nedstengingen i forbindelse med covid-19?*
- 2. På hvilken måte har nedstengingen ført til endringer i hvordan norske matematikklærere planlegger og gjennomfører undervisningen i matematikk?*

I intervjuene besvares det andre forskningsspørsmålet, om det har skjedd endringer i matematikkundervisningen til lærerne. Selv om endringene i M-TPACK ikke var store, var det enkelte lærere som rapporterte om økning i M-TPACK, eller endringer i hvordan de gjennomførte undervisningen. Jeg valgte å intervju fem av disse lærerne. For disse fem lærerne var det betydelige endringer i deres undervisningspraksis (TPACK-in-Practice) og jeg velger å fokusere spesielt på to av endringene. Den første var bruken av noe som jeg har valgt å kalle omvendt undervisning (Bergmann & Sams, 2012). Dette betyr at den tradisjonelle gjennomgangen på tavla i starten av hver time, ble byttet ut med at elevene fikk i lekse å se en eller flere videosnutter hjemme. Den andre endringen jeg identifiserte var bruken av nye vurderingsmetoder. Da lærerne ikke lenger kunne ha prøver og innleveringer på penn og papir, ble de nødt til å finne andre måter å vurdere elevene på. Noen av løsningene på dette var muntlige prøver via internett eller innlevering i form av video.

4.1 Liten gjennomsnittlig endring i M-TPACK

Dette delkapitlet viser til resultatene og funnene fra spørreundersøkelsen som jeg gjennomførte. Jeg har sammenlignet før og etter resultatene for hver av de sju kategoriene i spørreundersøkelsen. Dette gjorde jeg for å få en tydelig oversikt over hvilke ferdigheter innenfor M-TPACK lærerne selv mener at de hadde forbedret i løpet av nedstengingen i forbindelse med covid-19. Resultatene av analysen er illustrert i figur 4.

Den første kategorien i spørreundersøkelsen var TK. Vi ser i figur 4a at det var en liten økning i lærernes oppfattelse av egen TK fra før nedstengingen til etter nedstengingen. Verdien for gjennomsnittlig TK hos lærerne etter nedstengingen ($Mdn = 4.0$) var høyere enn den var før nedstengingen ($Mdn = 3.67$). En Mann-Whitney test indikerer at denne forskjellen ikke var statistisk signifikant, $U(N_{etter} = 56, N_{før} = 56,) = 1326, z = -1.415, p < .157$.

Den andre kategorien i spørreundersøkelsen var CK. Figur 4b viser at det ikke er endringen i denne kunnskapen. Verdien for gjennomsnittlig CK hos lærerne etter nedstengingen ($Mdn = 4.12$) var det samme som det den var før nedstengingen ($Mdn = 4.12$). En Mann-Whitney test indikerer at forskjellen ikke var statistisk signifikant, $U(N_{etter} = 56, N_{før} = 56,) = 1567, z = -.006, p < .995$.

I kategorien PK ser vi i figur 4c at verdien for gjennomsnittlig PK hos lærerne økte fra før nedstengingen til etter nedstengingen. Verdien for gjennomsnittlig PK hos lærerne etter nedstengingen ($Mdn = 4.00$) var litt høyere enn hva den var før nedstengingen ($Mdn = 3.80$). En Mann-Whitney test indikerer at forskjellen ikke var statistisk signifikant, $U(N_{etter} = 56, N_{før} = 56,) = 1344.5, z = -1.328, p < .184$.

Den fjerde kategorien som ble målt var PCK. Figur 4d her viser en liten økning i gjennomsnittet av PCK, men vi ser også at det har blitt en større spredning i hvordan lærerne oppfatter denne kunnskapen. Verdien for gjennomsnittlig PCK hos lærerne etter nedstengingen ($Mdn = 3.75$) var identisk med det verdien var før nedstengingen ($Mdn = 3.75$). En Mann-Whitney test indikerer at dette ikke var statistisk signifikant, $U(N_{etter} = 56, N_{før} = 56,) = 1309, z = -1.530, p < .126$.

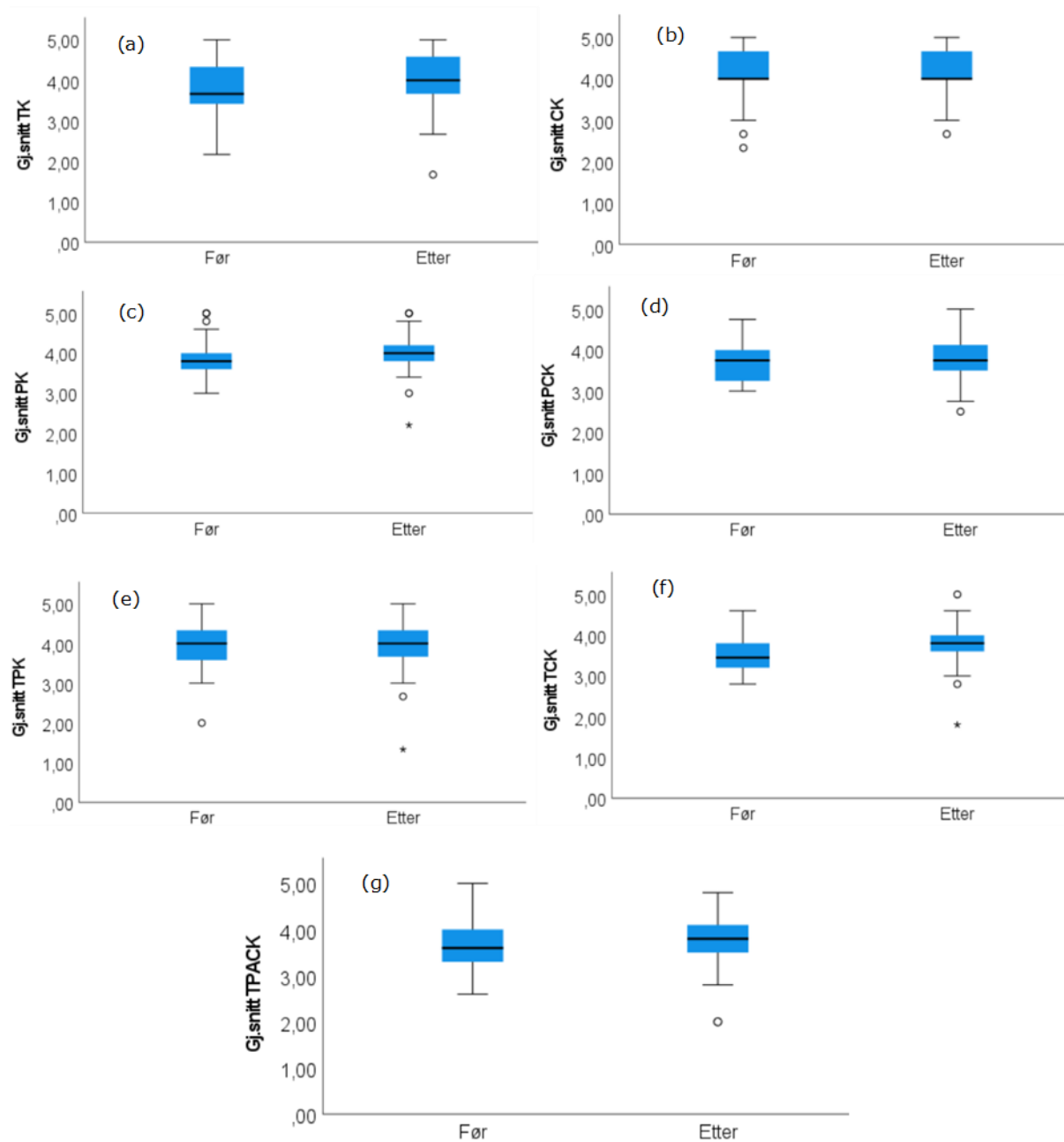
I kategorien TPK var det liten forskjell i verdiene før og etter nedstengingsperioden. Figur 4e viser at verdiene for gjennomsnittlig TPK før og etter nedstengingen er veldig like. Verdien for gjennomsnittlig TPK hos lærerne etter nedstengingen ($Mdn = 4.00$) var identisk med det verdien var før nedstengingen ($Mdn = 4.00$). En Mann-Whitney test indikerer at dette ikke var statistisk signifikant, $U(N_{etter} = 56, N_{før} = 56,) = 1377, z = -1.138, p < .255$.

Den nest siste kategorien i spørreundersøkelsen var TCK. Figur 4f viser at den gjennomsnittlige verdien hadde økt fra før nedstengingen til etter nedstengingen. Verdien for gjennomsnittlig TCK hos lærerne etter nedstengingen ($Mdn = 3.80$) var større enn hva verdien var før nedstengingen ($Mdn = 3.45$). En Mann-Whitney test indikerer at forskjellen var statistisk signifikant, $U(N_{etter} = 56, N_{før} = 56,) = 1109.5, z = -2.694, p < .007$.

Den siste kategorien i spørreundersøkelsen var TPACK. Figur 4g viser at den gjennomsnittlige verdien hadde økt fra før nedstengingen til etter nedstengingen. Verdien for gjennomsnittlig TPACK hos lærerne etter nedstengingen ($Mdn = 3.80$) var større enn hva verdien var før nedstengingen ($Mdn = 3.60$). En Mann-Whitney test indikerer at denne

forskjellen ikke var statistisk signifikant, $U(N_{etter} = 56, N_{før} = 56,) = 1332.5, z = -1.382, p < .167$.

Figur 4. M-TPACK før og etter nedstengingen i forbindelse med covid-19



(a) TK; (b) CK; (c) PK; (d) PCK; (e) TPK; (f) TCK; (g) TPACK

4.1.1 Oppsummering av resultater fra spørreskjema

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at det ikke hadde skjedd noen store endringer i lærernes egenrapporterte M-TPACK i løpet av nedstengingsperioden. Den eneste kategorien hvor det hadde skjedd en signifikant økning var TCK. Vi finner også en liten økning i den gjennomsnittlige verdien i PK, TK og TPACK, men Mann-Whitney tester viser at økningene ikke var statistisk signifikante. I kategoriene CK, PCK og TPK finner vi ikke noe økning i det hele tatt i de gjennomsnittlige verdiene.

Selv om jeg ikke fant noen stor endring i gjennomsnittlig M-TPACK for norske matematikklærere i spørreundersøkelsen, var det fortsatt enkelte lærere som hadde økning i M-TPACK fra før nedstengingen til etter nedstengingen. For å undersøke funnene fra spørreundersøkelsen nærmere, gjennomførte jeg fem intervjuer som jeg analyserte ved hjelp av tematisk analyse. Jeg ønsket å finne ut om det hadde skjedd endringer undervisningspraksisen til de fem lærerne som rapporterte om økt M-TPACK eller endringer i egen undervisningspraksis. Jeg ville også finne ut hvilke endringer som hadde skjedd i løpet av nedstengingsperioden. I de neste delkapitlene vil jeg presentere to funn fra den tematiske analysen jeg gjennomførte.

4.2 Omvendt undervisning

I dette underkapittelet vil jeg vise at de lærerne som rapporterte om forbedret M-TPACK også hadde gjort endringer i sin undervisningspraksis i løpet av nedstengingsperioden. Resultatene fra den kvalitative analysen viser at de lærerne som hadde forbedret M-TPACK i løpet av nedstengingsperioden også har endringer i TPACK-in-Practice, blant annet ved de hadde begynt å ta i bruk flere digitale hjelpemidler. I tillegg viser resultatene også at de lærerne som ikke rapporterte om store endringer i M-TPACK hadde endret sin undervisningspraksis i løpet av nedstengingen. Lærerne jeg intervjuet kunne fortelle at en av de største endringene i undervisningen var at de hadde begynt med omvendt undervisning. Omvendt undervisning er at elevene ser videosnutter hjemme i stedet for å gjøre lekser i form av oppgaver (Bergman & Sams, 2012). Tanken er å frigjøre tiden på skolen til å jobbe med oppgaver og ha tilgang til å spørre læreren om hjelp dersom de står fast (Bergmann & Sams, 2012). Lærerne rapporterte om mange fordeler med å benytte omvendt undervisning. Fordelene var blant annet at de fikk en mer differensiert og fleksibel undervisning. Noen lagde videosnutter selv, mens andre brukte digitale hjelpemidler som har ferdiglagde videoer. Det mest brukte hjelpemidlet var Campus Matte.

4.2.1 Videosnutter

Da skolene stengte våren 2020 var det ikke lenger mulig for lærerne å gjennomføre undervisningen i klasserommet og lærerne måtte da finne nye undervisningsmetoder slik at elevene fikk undervisningen de hadde rett på. Lærerne i intervjuene kunne fortelle at å bruke korte videosnutter var en måte å løse dette på. Noen fant videosnutter på nettet, mens andre lærere lagde videosnuttene selv. Det første eksemplet er fra en av lærerne, Knut, som valgte å lage egne videosnutter for å løse utfordringen med digital hjemmeskole. Knut forklarer hvordan han lagde videosnutter som var veldig like den vanlige undervisningen han gjennomførte før nedstengingen. Han hadde også laget noen enkle oppgaver som elevene skulle være i stand til å løse ut ifra videoene de nettopp hadde sett. Dersom elevene hadde problemer med oppgavene, kunne de se videoene så mange ganger de ønsket for å prøve å forstå temaet. Knut fortalte også at dette med videosnutter var noe elevene selv rapporterte at de foretrakk foran forsøk på å gjennomføre liveundervisning i nedstengingsperioden.

[Knut] Under lockdown brukte jeg mye tid på å spille inn videosnutter som forklarte matematikk. Jeg gjorde en liten undersøkelse med elevene der jeg spurte om de ønsket live undervisning eller om jeg skulle spille inn videosnutter med repetisjonsspørsmål etterpå. Og de aller fleste ønsket alternativ 2. Det å få 4-5 korte videosnutter med noen oppfølgingsspørsmål etterpå. Da kunne de også gå litt tilbake og se på det igjen hvis noe var uklart. Jeg prøvde litt begge deler, men det ble mest videosnutter i matematikk i hvert fall. (...) Et eksempel kan da være på ei økt der vi hadde geometri. Begynte med rettvinklede trekkanter og Pytagoras. De fikk egentlig innføringen av Pytagoras under lockdown. Da lagde jeg korte videosnutter der jeg tok det helt fra scratch, med en liten oppgave på slutten av hver video. Når de har klart denne oppgaven, som de skulle ha klart ut ifra det jeg forklarte på videoen, så kunne de gå videre på neste video. Da kunne gjerne en økt være 5-6 slike snutter på 2-3 min hver, så de brukte kanskje en liten time til sammen på å se videosnuttene og gjøre oppgavene. Jeg brukte ofte dette med videosnutter og en enkel oppgave som handlet om det jeg hadde snakket om på videoen. Videosnuttene var egentlig mye at jeg filmet at jeg gjorde ting i boka mi, så det var egentlig ganske likt vanlig undervisning, bare at jeg filmet og modellerte hvordan de kunne gjøre det.

Læreren i det første eksempelet filmet læreboka si for å produsere videoforelesningene, men det finnes også eksempler på andre måter å produsere videosnuttene. En annen lærer, Tore, forklarte hvordan han brukte PC-ens touchskjerm som tegneplate. Tore fortalte også at han hadde en ekstern tegneplate, men at det var lettere å benytte PC-skjermen, fordi da vet du til enhver tid hvor du har musepekeren. Dette viser at det er flere måter å produsere videosnutter, det gjelder bare å ha tilgang til de rette verktøyene og tørre å være litt kreativ.

[Tore] Jeg har produsert noen sånne forelesninger der jeg har brukt tegneplate. Jeg har jo også PC med touchskjerm, så jeg tok i bruk det også. Jeg hadde også en ekstern tegneplate, men det som er fordelen når man skal bruke sånne ting er at man har, ... på PC-skjermen så ser du jo hvor du har musa, på en sånn svart tegneplate så har du jo ikke skjermbildet på tegneplata. Så jeg fant fort ut at jeg måtte lære meg å bruke PC-en som tegneplate når jeg har touchskjerm og da har jeg produsert noen sånne forelesninger.

Mari forklarer hvordan videosnuttene også er til hjelp etter skolene åpnet igjen. Mari forteller om hvordan videoene er med på å gjøre det lettere å vite hva som er klart og uklart for elevene. Det medfører også at elevene har noen kunnskaper om emnet allerede før de møtes i klasserommet. Ikke bare vet Mari hva som må gjennomgås i timen, det er også tidsbesparende ettersom hun vet hva elevene allerede mestrer og hvem som eventuelt trenger en ekstra gjennomgang. Den omvendte undervisningen gjør, ifølge Mari, at de får mer tid til oppgavejobbing i timene og det er lettere å differensiere og tilpasse undervisningen til den enkeltes behov. Hun påpeker også at omvendt undervisning er med på å minske forskjellene mellom ressurssterke og ressursvake hjem, ettersom oppgavejobbingen for det meste foregår på skolen i stedet for hjemme.

[Mari] De ser videoer hjemme, stiller spørsmål der. Logger seg på undervisningen før de kommer, så ser vi hva elevene sliter med og hva vi må snakke mer om på skolen. Vi vet temperaturen i emnet før timen og kan legge opp timene etter det. Mer elevaktivitet i timene, læreren snakker ikke like mye. (...) De er ikke avhengige av hjelp fra foreldrene i matematikk. I stedet for at elevene sitter og jobber og sliter sammen med foreldrene, så ser de en film, også er de på skolen når de skal gjøre refleksjon og spekulere. Og da er jo vi til stede og kan hjelpe.

4.2.2 Fleksibelt

En fordel med den økte bruken av omvendt undervisning er at det, ifølge flere av lærerne, har gjort skolearbeidet mer fleksibelt for elevene. I nedstengingsperioden var situasjonen veldig spesiell, og derfor var det naturlig at matematikkundervisningen var litt mer fleksibel i denne perioden. Fleksibiliteten i undervisningen fortsatte også etter nedstengingen ifølge lærerne. Når lærerne forhåndsproduserer undervisningsøkter, får elevene en større frihet og flere valgmuligheter. Ved å benytte omvendt undervisning åpner lærerne opp for at elever som er borte fra skolen ikke går glipp av undervisningsbiten. Selv om en elev er syk eller er hjemme av andre grunner, så betyr ikke det lenger at de går glipp av en undervisningsøkt, fordi nå ligger alle undervisningsøktene tilgjengelig for elevene på PC-ene deres. Det gjør også at elever kan gjennomføre undervisningene i sitt eget tempo, i stedet for at alle får samme gjennomgangen sammen.

[Anders] En stor endring, synes i alle fall jeg, er at elever som ikke er på skolen av en eller annen grunn kan nå faktisk være på skolen på PC-en sin.

[Tore] ... jeg kommer nok helt sikkert til å fortsette sånne ting da, det ser jeg for meg. Det er jo alltid elever med høyt fravær og lignende, så det å produsere sånne ting som de har tilgjengelig er absolutt en ting jeg kommer til å fortsette med.

4.2.3 Differensiert

En annen fordel lærerne fortalte om med omvendt undervisning er at det har blitt lettere å differensiere undervisningen. De fleste lærerne som gjennomførte omvendt undervisning både under og etter nedstengingen brukte, og bruker fortsatt, Campus Matte som læringsarena. Ifølge lærerne legger Campus Matte bedre til rette for ulike læringsstiler og oppgavene er delt inn i ulike nivåer der elevene selv får velge hvilke oppgaver de ønsker å jobbe med. Læreren får videre en oversikt over hva hver enkelt elev har gjort, noe som gir læreren muligheten til å legge opp undervisningen i timene slik at det er bedre tilpasset hver enkelt elev. Nedenfor er det tre utsagn fra tre forskjellige lærere som alle snakker positivt om Campus Matte og hvordan det er tilpasset alle elevene i en klasse.

[Mari] ... Legger også til rette for ulike læringsstiler. Noen elever bare elsker å sitte å regne matte, og da får de muligheten til det, fordi det er lagt opp mange oppgaver med differensiering i Campus, så da får de sitte med det. Andre lærer mest av å diskutere i grupper, så man får til å bruke forskjellige metoder innad i klassen, alle må ikke gjøre det sammen. Det er jo det du blir litt opphengt i når du står der og skal gjøre alt selv.

[Ola] Også har de oppgaver i fire forskjellige nivåer også har de prøver som du kan sette opp som lærer. Også har de test deg selv opplegg, slik at systemet setter opp oppgaver for deg slik at du kan teste nivået ditt selv og får vite hva du må øve mer på.

[Knut] Veldig mange oppgaver som er nivådelte og tilrettelagt for alle elever (...) mange oppgaver som går på temaet, med forskjellig vanskelighetsgrad som de løser digitalt (...) de velger selv. De har tre nivå å velge mellom. Grønn, rød og svart, og oppgavene er godt differensiert. De beste i klassen er fort oppe på de vanskeligste oppgavene for å utfordre seg selv.

Selv om Campus Matte var den læringsarenaen som ble nevnt av flest, så finnes det også eksempler på flere andre læringsarenaer som også legger opp til differensiering. Anders fortalte at han bruker *Kikora*, og at han er veldig fornøyd med differensieringsmulighetene den plattformen gir. Ifølge Anders gjør også dette at elevene lettere aksepterer å jobbe med forskjellige oppgaver, ettersom alle jobber på datamaskinene, eller Chromebookene sine, noe som gjør at det ikke er like tydelig at noen får andre oppgaver enn resten av klassen.

[Anders] ... du tildeler dem oppgaver innenfor et tema, og du kan tildele forskjellige oppgaver til forskjellige elever. Det er et bra logistikkverktøy på hva de gjør og ikke gjør, og hva de gjør feil. (...) Det er jo Kikora som vi bruker, der har du tilgang til alle tretten årsløpene, så da kan du bare gå inn å plukke ulike oppgaver til enkelte elever. Og da sitter jo alle og jobber på Chromebookene sine de å, selv om det ikke er akkurat det samme.

4.2.4 Campus Matte

Jeg har allerede vært inne på Campus Matte, og hvordan lærerne mener at det hjelper til med å differensiere og planlegge matematikkundervisningen. Bruk av Campus Matte var den formen for omvendt undervisning som ble nevnt flest ganger under intervjuene, og fire av de fem lærerne som ble intervjuet bruker nå Campus Matte som læringsplattform. Campus Matte blir brukt for å planlegge timer, gjøre oppgaver og gjennomføre prøver. Campus Matte er et alternativ til å produsere egne videosnutter, samtidig som at du som lærer får mange fordeler med på kjøpet, ifølge lærerne som brukte det. Som lærer kan man spare mye tid ved å ta i bruk Campus Matte og det er et godt hjelpemiddel, ikke bare for lærerne, men også for elevene ifølge Mari.

[Mari] Nå bruker vi jo mye Campus da, så jeg slipper å lage videoer og sånt selv. Der er det jo tema ut ifra læreplanen og oppgaver ut ifra de temaene, og det ligger både diskusjonsoppgaver og digital prøve ute. Da kan vi kjøre en digital prøve i stedet for at vi skal bruke mye av tiden vår på å lage en prøve. Da kan vi heller ta elevene ut i fagsamtaler og snakke med dem, i stedet for å bruke mye tid på å skrive r (rett) og v (feil).

4.2.5 Eksempel på opplegg i Campus Matte

Ettersom et tydelig funn fra analysen var økt bruk av omvendt undervisning, og da spesielt Campus Matte, spurte jeg Knut om å få noen eksempler på hvordan Campus Matte fungerer. Knut sendte meg deretter noen skjermbilder av hvordan det ser ut inne på lærersiden i Campus Matte, og i tillegg noen skjermbilder av hvordan det ser ut for elevene sin del. Skjermbildene fra eksemplet er illustrert i figur 5-12, og blir beskrevet i dette delkapittelet.

Dette eksemplet er fra et opplegg om formlikhet og Pytagoras. Campus Matte følger den nye læreplanen som ble gjeldende fra august 2020 og som vi ser i figur 5 er det en temaside for hvert hovedtema som skal gjennomgås i løpet av et skoleår. Eksempelet Knut gikk gjennom var innenfor hovedtemaet «Formlikhet og Pytagoras». I eksemplet ser vi hvordan Knut kan sette opp og planlegge et undervisningsopplegg i Campus Matte ved bruk av omvendt undervisning. Her har han blant annet mulighet til å gi videoer i lekse, samt se svar og spørsmål som elevene har gitt ut ifra videoene. Man kan også følge med på hvordan elevene ligger an i oppgaveregningen og se hvordan de vurderer sin egen forståelse. Skjermbildene i eksempelet er hentet fra lærersiden til Campus Matte (<https://campus.inkrement.no/>).

Figur 5 viser hovedsiden innenfor temaet. Her ser vi at Knut får en oversikt over hvor mange av elevene som har sett videoene, hvor mange oppgaver de har løst og hvordan de vurderer sin forståelse av temaet. På denne måten er det lett for Knut å vite hva som må gjennomgås i timene på skolen.

Figur 5. Eksempel fra Campus Matte: Temaside



[Knut] Slik ser forsiden av hovedtemaet «Formlikhet og Pytagoras» ut. Siden det er et tema vi allerede har jobbet med, får man opp prosentandel av forelesningene som er sett totalt i klassen. Man får opp hvor mange oppgaver som er løst totalt i klassen. I tillegg får man opp hvordan elevene har vurdert seg selv til de ulike målene innen hvert enkelt kurs. Til hvert kurs hører det til to til fire mål der elevene vurderer seg selv etter å ha jobbet med det.

Figur 6 viser hvordan det ser ut når man trykker seg inn på en del av et tema. Knut går inn på leksjon 3.1 «Vinkler i formlike figurer». Her kan man se tilbakemeldingene fra elevene i hver enkelt leksjon, hvor stor andel av elevene som har sett videoen, og spørsmål som elevene har stilt til videoene. Nederst på figur 6 ser man også elevenes egenvurderinger av hva de forstår og ikke forstår om temaet. Knut forklarer hvordan man finner videoene som hører til leksjonen og hvor man ser hvordan elevene ligger an med oppgaveløsning innenfor temaet. Videre forklarer Knut at man finner regler og eksempler lenger nede på siden og at det i tillegg finnes et diskusjonsverktøy under «Start diskusjon».

Figur 6. Eksempel fra Campus Matte: Leksjonsside

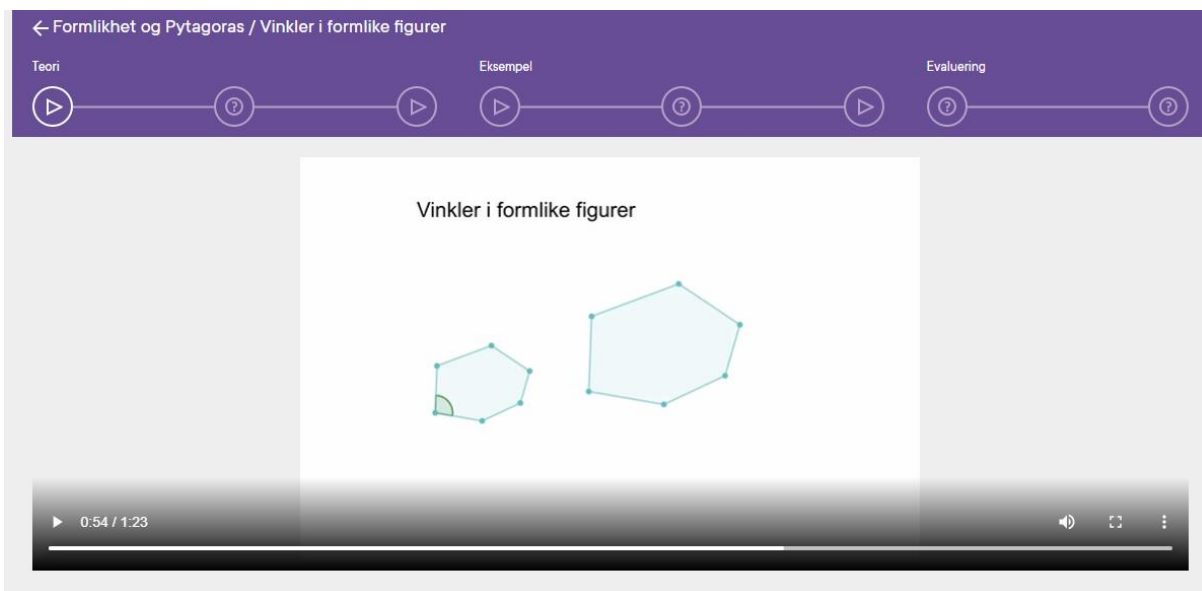
The screenshot shows a lesson page on Campus Matte. On the left is a navigation menu with 7 items, including '3.1 Vinkler i formlike figurer'. The main content area is titled '3.1 Vinkler i formlike figurer' and contains a 'Forelesning' section with a video player (77% progress), a 'Kontrollspørsmål' (quiz question) with a pie chart, an 'Evaluering' (evaluation) smiley, and a 'Spørsmål til lærer' (question to teacher) icon with the number 1. Below this is a 'Diskusjon' (discussion) section with 3 tasks and a 'Start diskusjon' button. The 'Oppgaveløsning' (task solving) section shows 15 tasks, with 127 tasks solved and 5 evaluations. The 'Egenvurdering av leksjonen' (self-assessment of the lesson) section has four progress bars for different learning objectives.

[Knut] Jeg går videre inn på «3.1 Vinkler i formlike figurer». Her får man øverst (under «Forelesning») oversikt over hvor stor andel av elevene som har sett videoforelesningen, hvordan de har svart på kontrollspørsmålene og hvordan de har evaluert seg selv etter å ha sett teorien. I tillegg får man opp spørsmål som elevene har til teorien, i dette tilfellet er det ett spørsmål. Videoer som forklarer temaet, finner man ved å klikke på «Vis teori». Det å se videoforelesning bruker jeg å gi i lekse til den økta jeg tenker å ha om temaet. Da trenger jeg kun å oppsummere kort før elevene er klare til å jobbe med temaet individuelt eller i grupper. Videre ser du også hvordan status er når det gjelder oppgaveløsning og egenvurdering til de ulike målene innen dette kurset. (...) Nedenfor på samme side finner man regler og eksempler innen temaet. Slik er altså en side innen ett tema bygd opp (forelesning/teori, oppgaver, egenvurdering og «regler og eksempler»). I tillegg finnes et diskusjonsverktøy som jeg av og til bruker.

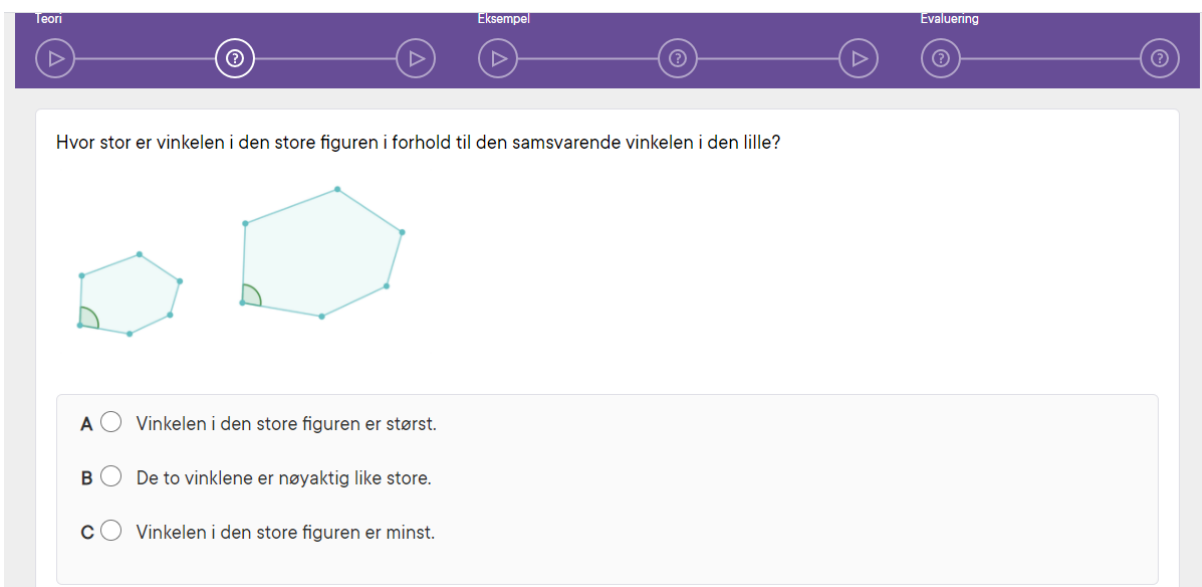
Figur 7-12 viser hvordan Campus Matte ser ut for elevene. De seks figurene viser hvordan det ser ut når elevene skal jobbe med matematikk hjemme. Det starter med en kort video, som varer 1-2 minutter, før de får et kontrollspørsmål. Etter at de sett videoene med teori og svart på kontrollspørsmålet, så kan de gå videre til en video med et eksempel. Deretter svarer de på et kontrollspørsmål etter denne videoen, før de til slutt evaluerer hvor godt de forsto leksjonen og stiller eventuelle spørsmål relatert til temaet. Figur 7 er eksempel på hvordan en video ser ut. Vi ser at det er en video på et par minutter om vinkler i formlike trekkanter. I tillegg ser vi i toppen av bildet at en slik leksjon består av teori, eksempel og evaluering til slutt. I figur 8 ser vi at elevene får et spørsmål som handler om det de nettopp har sett video om, og de skal være i stand til å svare på spørsmålet ut ifra videoen.

I figur 9 ser vi at de går gjennom et eksempel ut ifra teorien. Her tar de i bruk teorien om formlike trekkanter for å finne de ukjente vinklene. I figur 10 skal de da svare på et kontrollspørsmål som er likt eksempelet i figur 9, med litt andre tall og figurer. Her skal de finne alle de ukjente vinklene ved å bruke teorien om formlike trekkanter. Til slutt i figur 11 ser vi hvordan elevene kan vurdere hvor godt de forsto leksjonen på en skala fra 1 til 5, og i figur 12 ser vi at elevene har muligheten til å stille spørsmål til læreren dersom det var noe de synes var vanskelig i leksjonen.

Figur 7. Eksempel fra Campus Matte: Video



Figur 8. Eksempel fra Campus Matte: Kontrollspørsmål



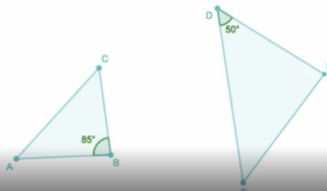
Figur 9. Eksempel fra Campus Matte: Video 2

← Formlikhet og Pytagoras / Vinkler i formlike figurer

Teori Eksempel Evaluering

Vinkler i formlike figurer

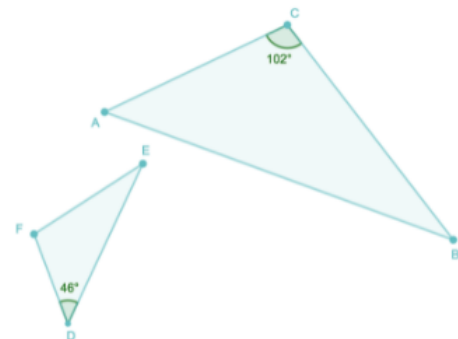
De to trekantene er formlike. Beregn de ukjente vinklene.



0:03 / 1:45

Figur 10. Eksempel fra Campus Matte: Kontrollspørsmål 2

De to trekantene er formlike. Beregn de ukjente vinklene.



$\angle A =$ °

$\angle B =$ °

$\angle C =$ °

$\angle D =$ °

Figur 11. Eksempel fra Campus Matte: Egenvurdering

← Formlikhet og Pytagoras / Vinkler i formlike figurer

Teori Eksempel Evaluering

Hvor godt forstod du denne leksjonen? 1 = veldig dårlig. 5 = veldig godt.

1 2 3 4 5 Evaluering:

Lagre svar

Figur 12. Eksempel fra Campus Matte: Mulighet til å stille spørsmål

← Formlikhet og Pytagoras / Vinkler i formlike figurer

Teori Eksempel Evaluering

Hva synes du var vanskeligst i denne leksjonen?

Lagre svar

[Knut] Jeg gir som regel i lekse å se videoer til de øktene vi skal ha om det aktuelle temaet. I løpet av videoene får elevene kontrollspørsmål og evaluerer seg selv til slutt. I evalueringa får de spørsmål om hvor godt de skjønnte lærestoffet på en skala fra 1 til 5. Ellers bør det nevnes at vi har en regelperm for elevene der alle temaer, undertemaer og mål til undertemaene er satt opp i riktig rekkefølge. Der får elevene skrive om de ulike målene. I selve økta vil jeg gjerne at elevene jobber i grupper med noe praktisk hvis temaet legger opp til det. Ellers er det mulig at elevene «svarer på målene» i regelpermen sin, gjør oppgaver på Campus eller diskuterer med hverandre (gjerne ved bruk av diskusjonsverktøyet i Campus). Jeg avslutter alle økter med at elevene svarer på egenvurderingen (vurderer seg selv på en skala fra 1 til 3 i alle læringsmålene for økta).

4.3 Nye vurderingsmetoder

I nedstengingsperioden kunne ikke lærerne lenger gjennomføre prøver på penn og papir, og måtte derfor finne andre måter å vurdere elevene på. Det ble løst på ulike måter av lærerne jeg intervjuet, noe som jeg viser i dette delkapittelet. Noen av de nye vurderingsmetodene som ble brukt under og etter nedstengingen var; digitale prøver og tester; videobaserte og muntlige innleveringer; og selvvrurdering og fagsamtaler.

4.3.1 Digitale prøver og tester

En vurderingsmetode som ble nevnt var digitale tester og prøver som finnes på nettsidene til de ulike digitale ressursene som ble brukt under og etter nedstengingen. Eksempelene under er begge fra lærere som bruker Campus Matte, og benytter seg av de testene og prøvene som finnes der. Knut forteller om hvordan Campus Matte har nivådelte oppgaver og «test deg selv»-oppgaver som gir elevene en mer formativ og fremoverrettet tilbakemelding. Mari forklarer hvordan de digitale prøvene har gjort det lettere å være lærer, i form av at hun sparer mye tid. Ikke bare sparer hun tid på å lage prøvene, hun sparer også tid på å rette dem. Den sparte tiden kan hun da bruke til andre ting, som for eksempel fagsamtaler som flere av lærerne har oppdaget nytten av i løpet av nedstengingsperioden. Samtidig får lærerne en oversikt inne på lærersiden i Campus Matte om hva elevene sliter med og hva som bør gjennomgås litt mer nøye.

[Knut] Også har de oppgaver i fire forskjellige nivåer også har de prøver som du kan sette opp som lærer. Også har de test deg selv opplegg, slik at systemet setter opp oppgaver for deg slik at du kan teste nivået ditt selv og får vite hva du må øve mer på.

[Mari] Da kan vi kjøre en digital prøve i stedet for at vi skal bruke mye av tiden vår på å lage en prøve. Da kan vi heller ta elevene ut i fagsamtaler og snakke med dem, i stedet for å bruke mye tid på å skrive r (rett) og v (feil).

4.3.2 Videobaserte og muntlige innleveringer

En annen vurderingsmetode som ble nevnt av flere av lærerne var å gjennomføre digitale innleveringer i form av videonutter. Elevene fikk oppgaver eller konsepter som de skulle forklare til læreren. For å få levert forklaringene, måtte de filme seg selv og sende besvarelsen til læreren. Lærerne fortalte at før nedstengingen hadde de sett på vurdering i matematikk nesten utelukkende i form av skriftlige prøver. Under og etter nedstengingen har de oppdaget at det ikke nødvendigvis er tilfellet. Dette utsagnet fra Mari beskriver lærernes nye erfaringer angående vurderingsmetoder i matematikk: «... jeg har alltid vært så opptatt av at det skal være skriftlig, men det er det jo ikke nødt til å være ...».

I analysen av intervjuene fant jeg flere eksempler på hvordan lærerne gjennomførte videobaserte og muntlige innleveringer i nedstengingsperioden. I det neste eksempelet ser vi hvordan en av lærerne, Mari, løste problemet med å få vurdert elevenes kompetanse under nedstengingen. Mari brukte blant annet et digitalt hjelpemiddel som heter *ScreenCast* for å få gjennomført opplegget. *ScreenCast* er et digitalt hjelpemiddel som har en opptaksfunksjon som både lærere og elever kan utnytte ved å blant annet ta opp diskusjoner, presentasjoner eller fagsamtaler. Mari brukte her muntlig framlegg som vurderingsform, i stedet for å gjennomføre en skriftlig prøve, noe som medførte at elevene

slapp den stressende prøvesituasjonen og angsten om å måtte prestere på en bestemt dag. Ved å gjennomføre vurderingen på denne måten så kunne elevene lage en presentasjon hjemme. Ikke bare var det mindre stressende for elevene, men ifølge Mari sparte hun også tid ved at hun slapp å gjennomføre alle presentasjonene live i klasserommet. Eksemplet viser at lærerne bruker muntlig vurdering av elevenes kunnskap og at elevene kan levere en besvarelse ved bruk av videosnutter i stedet for prestasjoner foran klassen.

[Mari] ... så da kjørte jeg faktisk muntlige eksamensoppgaver på hjemmeskole. Der fikk de oppgaver av fult av bilder, åpne oppgaver da, slik at de skulle lage oppgaver og regnestykker rundt det de ønsket. Først forklarte jeg oppgaven felles for alle også satt jeg opp tidspunkter, etter at de hadde lest litt og begynt å reflektere. Jeg satte dem inn i mindre grupper, nivådelte grupper faktisk, slik at de fikk gått sammen å diskutere litt på sitt nivå (...) Så hadde jeg Zoommøte med dem i mindre grupper, og snakket om oppgaven og hvordan de hadde tenkt. Da delte de jo ideer og fikk en liten plan på hva de ville gjøre. Så fikk de jobbe igjen og jeg hadde løpende kontakt med dem på Messenger. ... Så da hadde vi kommunikasjon der fra til jeg satt opp tidspunktene på når det skulle være levert inn. Og da leverte de i Screencast. Så hadde jeg en gjennomgang med hver enkelt på Zoom i etterkant.

Et annet eksempel på at lærerne brukte videoinnleveringer var fra Ola som er lærer på mellomtrinnet. I dette eksempelet forklarer Ola hvordan elevene drar nytte av å få forklare hvordan de tenker muntlig i stedet for å måtte skrive det ned. Når elevene får utfolde seg muntlig på denne måten er det ikke så farlig hvordan de bygger opp setningene og lignende, ifølge Ola. Ola forklarer også at det å få innblikk i elevenes tankeprosess på denne måten gav han mange nye vurderingspunkter. Elevene fikk også av og til velge innleveringsmetode selv, og da var det mange av elevene som gikk for videosnutter.

[Ola] ... noe av det vi gjorde, som kanskje utnytter litt det digitale, var at når vi hadde jobbet med noe nytt innenfor matematikken som de ikke hadde jobbet så mye med før. Etter at de hadde jobbet i, si to-tre uker da, med oppgaver i ulike former, mye digitale verktøy da. Så bad jeg dem om å forklare konseptet da, det kan jo ha vært, jeg var jo inne på addisjon med brøk og vi kan jo bruke det som eksempel fortsatt. «Forklar hvordan du legger sammen to brøker med ulik nevner», og det skulle de forklare og fortelle om i en liten video. Det var jo en utfordring for mange selvfølgelig å kunne forklare det, men det gav meg veldig mye vurderingspunkter, det var lettere å se hvor de var når de skulle forklare det med egne ord. Og en video gjør jo at det blir litt friere da og de slipper å tenke på hvordan de skal formulere setningene, hva blir rett og galt, de bare prøver da ... Noen ganger fikk de oppgave om å presentere det de drev med, og de fikk velge formen selv. Det måtte jo kunne overføres digitalt til oss da, så da endte det ofte opp i korte videosnutter.

Eksemplet over er i fra Ola, som underviser på mellomtrinnet, men denne vurderingsmetoden finner vi også igjen i et eksempel i fra Tore som er lærer på videregående. Tore forklarer kort hvordan opplegget ble gjennomført. Elevene jobbet i grupper, og skulle gjøre noen oppgaver om vekst og regresjon. De skulle forklare hvordan de tenkte for å løse oppgavene, samtidig som de filmet PC-skjermen sin ved hjelp av et konferanseverktøy i læringsplattformen *Canvas*.

[Tore] Vi kjørte gjerne videoinnleveringer da. Det var en par ganger tenker jeg vi kjørte det ... Det handlet fort om funksjoner og vekts. Ja det var Geogebra og vekst og regresjon det også ja. Det var innlevering med video og tilbakemelding da. En gruppeoppgave der de da skal filme skrivebordet på PC-en sin der de løser regresjonsoppgaver med muntlig forklaring om hvordan de tenker underveis (...) Canvas er læringsplattformen vi bruker, vi hadde itslearning før, men canvas har erstattet det. Det har en del andre typer funksjoner. I canvas har du et konferanseverktøy, sånn som zoom, også har du noe eget som heter studio med en film/optaksfunksjon som vi brukte ...

4.3.3 Egenvurdering og fagsamtaler

De siste formene for vurdering som ble tatt i bruk under og etter nedstengingen var egenvurdering og fagsamtaler. Dette gav lærerne en mulighet til å snakke med elevene og få et innblikk i elevenes egen oppfattelse av egne ferdigheter. De klassiske prøvene som blir gjennomført i matematikk, der elevene får en karakter og noen kommentarer til slutt, er et eksempel på summativ vurdering. Ifølge lærerne fikk elevene en større forståelse av oppnådd karakter ved bruk av egenvurdering og fagsamtaler. Å gjennomføre fagsamtaler på denne måten gav lærerne et godt grunnlag for å gjennomføre tilpasset opplæring (Engh, 2014). Lærerne snakket veldig positivt om denne formen for vurdering, og de sier at det er noe de vil fortsette med også etter at skolene har åpnet igjen. Et eksempel fra datamaterialet var fra Mari som måtte avlyse tentamen på grunn av nedstengingen, og valgte derfor å gjennomføre fagsamtaler. Ifølge Mari gav dette et godt innblikk i elevenes tanker om egne ferdigheter og det gir også læreren et annet vurderingsgrunnlag. Ifølge Skaalvik og Skaalvik (2016) er slike selvvurderinger også en motivasjonsfaktor for elevene, spesielt i matematikk.

[Mari] Vi pleier egentlig å ha tentamen på våren, men i fjor, i stedet for en skriftlig tentamen så kjørte jeg heller fagsamtaler. Og det var veldig godt, fordi da fikk jeg høre litt hva de kunne også kunne jeg spørre litt og finne ut hvor de sto litt fast. Også kunne vi ha en samtale der og da om hvor de ligger nivåmessig. Da reflekterte elevene godt og de var veldig ærlige da på hvor de følte de var selv, så det stemte veldig bra. Det ble ikke slik at de fikk en karakter på en tentamen som de bare krøllet sammen, det ble liksom noe de hadde tenkt selv. Så det lærte jeg meg at jeg skal kjøre en større fagsamtale til våren i tiende.

En annen lærer som også fikk gode erfaringer med fagsamtaler og egenvurdering under og etter nedstengingen var Knut. Han fortalte at han lagde et løsningsforslag som elevene skulle bruke for å selv vurdere sine egne besvarelser på en innlevering som de fikk i nedstengingsperioden. Ifølge Knut var dette en nyttig erfaring for elevene. Det er mer en formativ vurdering som gir både læreren og elevene en god oversikt over hvordan de ligger an innenfor det bestemte temaet. Eksemplene fra lærerne som deltok i intervjuene viser at en konsekvens av nedstengingen var at matematikklærerne fikk nye erfaringer med forskjellige vurderingsmetoder i matematikk. Lærerne fant ut at det var flere måter å vurdere elevene på enn å bare vurdere ut ifra hva de skriver på papiret. Ved å benytte de nyoppdagede vurderingsmetodene får de ikke bare vurdert sluttresultatet, de får også vurdert tankeprosessen til elevene. Dette gir ikke bare et overblikk over hvordan elevene tenker, men også en oversikt over hva som kanskje bør gjennomgås på nytt.

[Knut] Fikk tatt fagsamtaler i stedet for å kjøre prøve da, og det var ganske vellykket egentlig. Fikk snakket med dem i stedet for å bedømme dem ut ifra en skriftlig besvarelse. (...) De hadde en innlevering til meg helt i starten av lockdown. Vi avsluttet et tema om likninger da det ble stengt. Vi hadde gått gjennom alt som trengtes før lockdown, skulle egentlig ha en prøve uken etterpå, men det ble innlevering i stedet. Da fikk de jobbe med det, også spilte jeg inn et løsningsforslag i stedet for å gi dem en fasit. Da fikk de vurdere sine egne besvarelser opp imot det jeg hadde gjort, fordi det tror jeg kan være greit, at de får lov til å vurdere seg selv litt, at det ikke bare er læreren som vurderer. Også fikk de gi seg selv en karakter ut ifra det da. Det er nok noe jeg ikke hadde kommet til å ha gjort på samme måte i klasserommet, og jeg tror også at de lærte litt mere av det å vurdere seg selv.

4.3.4 Oppsummering av resultater fra intervjuene

Resultatene fra intervjuene viser at det har skjedd endringer i undervisningen til alle lærerne som ble intervjuet. Selv om det var litt ulikt hvor stor endring lærerne hadde i M-TPACK, så var det mange fellestrekk i hvordan de la opp undervisningen både før og etter nedstengingen som en følge av covid-19. Fire av de fem lærerne som ble intervjuet hadde begynt å ta i bruk omvendt undervisning i løpet av nedstengingsperioden, og alle fem hadde oppdaget nye måter å vurdere elevene på. Når det kommer til digitale læringsplattformer er det Campus Matte som er den læringsplattformen de fleste lærerne rapporterer om å ha benyttet i løpet av nedstengingsperioden. *Kikora* og *Canvas* er to andre læringsplattformer som ble nevnt i intervjuene.

5 Diskusjon

I dette kapitlet oppsummerer jeg funnene gjort i spørreundersøkelsen og i intervjuene. I tillegg til å oppsummere funnene vil jeg også relatere dem til tidligere forskning og forklare implikasjonene av funnene. Jeg beskriver studiens begrensninger, både metodiske og teoretiske, før jeg til slutt går gjennom nye spørsmål som har oppstått i analysearbeidet som kan være aktuelle for videre forskning innenfor temaet.

5.1 Oppsummering av funn

Resultatene fra analysen av spørreundersøkelsen viser at det ikke hadde skjedd en statistisk signifikant endring i lærernes gjennomsnittlige kompetanse i seks av de sju kategoriene som tilhører M-TPACK i nedstengingsperioden som en følge av covid-19. Den eneste kategorien som kan vise til en statistisk signifikant endring er TCK. Den gjennomsnittlige verdien hadde også økt i løpet av nedstengingsperioden i tre andre kategorier, nemlig PK, TK og TPACK. Økningene i disse kategoriene var derimot ikke statistisk signifikante. I kategoriene CK, PCK og TPK var det ingen endring i den gjennomsnittlige verdien fra før nedstengingen til etter nedstengingen. Ettersom det var en økning i fire av kategoriene i M-TPACK, og ingen av kategoriene hadde lavere verdi etter nedstengingen enn den hadde før nedstengingen, var det en liten økning i gjennomsnittlig M-TPACK hos norske matematikklærere i løpet av nedstengingsperioden. Selv om analysen av spørreundersøkelsen viste lite gjennomsnittlig endring i M-TPACK, var det allikevel enkelte lærere som kunne rapportere om økning i M-TPACK, eller endringer i undervisningen i løpet av nedstengingsperioden. Fem av disse lærerne ble spurt om å delta i et intervju, for å finne ut hvilke endringer de hadde oppnådd i TPACK-in-Practice fra før nedstengingen til etter nedstengingen.

Resultatene fra analysen av intervjuene viser at lærerne som rapporterte om en økning i M-TPACK også hadde en endring i TPACK-in-Practice. Lærerne som ble intervjuet kunne fortelle at de hadde begynt å ta i bruk flere teknologiske hjelpemidler i både planleggings-, forberedelses- og implementeringsfasen under og etter nedstengingen. I analysearbeidet av intervjuene fant jeg spesielt to endringer fra før nedstengingen til etter nedstengingen som gjentok seg i intervjuene. Den første endringen var at lærerne hadde begynt med omvendt undervisning. Fire av de fem lærerne gav elevene i lekse å se noen videosnutter som forklarte et nytt tema, i stedet for å ha en gjennomgang av nye tema på tavla i starten av timene. Det andre funnet var en endring i hvordan lærerne vurderte elevene. Elevene fikk ta en større del i egen vurdering, ofte i form av fagsamtaler eller selvverdieringer av eget arbeid. Lærerne hadde begynt å benytte seg av digitale hjelpemidler for å gjennomføre prøver og tester. Flere av lærerne oppdaget også viktigheten av å få muntlige besvarelser i matematikkfaget. Begge endringene virker å ha hatt en positiv virkning for lærerne jeg intervjuet, og lærerne kunne også fortelle at det var noe de kom til å fortsette med også etter nedstengingen.

5.2 Funnene relatert til tidligere forskning

Det har vært vanskelig å relatere funnene gjort i min oppgave til tidligere forskning, da det ikke har blitt skrevet mange artikler som sammenligner M-TPACK før og etter en nedstenging av skolen. De fleste artiklene om TPACK tar for seg implementeringen av rammeverket i lærerutdanning og hvordan lærerstudenters TPACK utvikler seg i utdanningsløpet (Hofer og Grandgenett, 2012; Abbitt, 2011). Det er ikke aktuelt for min oppgave, da jeg har undersøkt M-TPACK hos lærere som allerede er i jobb.

En ting som jeg derimot kan relatere til mine funn er at Martin (2015) påpeker viktigheten av å skaffe seg selvtillit i bruk av teknologi via eksponering. Dette ser vi ved at lærerne måtte ta i bruk mer teknologi i nedstengingsperioden og ble eksponert for det å undervise med hjelp av teknologi. Dette kan ha ført til at lærerne fikk testet sine teknologiske kunnskaper i praksis og at de vil fortsette å bruke den nye teknologien de tok i bruk under nedstengingen i videre undervisning. Om det har ført til økt selvtillit hos lærerne har jeg ikke data på, men det er tydelig at lærere endrer sin undervisningspraksis ved eksponering for undervisning med teknologi.

Harris og Hofer (2011) så på hvordan lærernes TPACK påvirker deres undervisningspraksis. Ifølge Harris og Hofer (2011) så fører en økning i TPACK til at lærere blir mer bevisst på hvordan de bruker teknologi i undervisningen. Dette er litt motsigende for mine funn, da lærerne som deltok i intervjuene hadde endret undervisningspraksis uavhengig av økning i M-TPACK. Om lærerne ble mer bevisste på bruken av teknologi, har jeg ikke data på. Det som kan observeres ut ifra mine funn er at endring i M-TPACK og endring i TPACK-in-Practice ikke nødvendigvis avhenger av hverandre, men kan være to uavhengige prosesser.

Funnene gjort i intervjuene kan også relateres til Akkoc (2011), som undersøkte hvordan lærere kunne integrere teknologi for å avdekke og løse elevers matematiske problemer. Campus Matte er et digitalt hjelpemiddel som både kan avdekke problemer og også løse problemer for elevene. For å avdekke hvilke problemer elevene har kan læreren blant annet se hva de har svart på kontrollspørsmålene etter videoene, i tillegg får elevene muligheten til å spørre læreren om ting de lurer på inne på Campus Matte. Campus Matte kan også være med på å løse problemer for elevene, både ved at læreren vet hva som trengs en ekstra gjennomgang, men også ved at elevene får muligheten til å se videoene inne på Campus Matte flere ganger dersom noe var uklart.

5.3 Pedagogiske implikasjoner av funn

En pedagogisk implikasjon av funnene i denne oppgaven er at lærere ikke utelukkende må fokusere på å skaffe seg kunnskap om teknologi, de må også begynne å ta i bruk kunnskapen i praksis. Det vil si at det ikke bare må fokuseres på å øke læreres og lærerstudenters M-TPACK, det må også være et fokus på hvordan man kan øke bruken av kunnskapen i praksis, altså øke TPACK-in-Practice.

En annen pedagogisk implikasjon er at økt bruk av omvendt undervisning vil frigjøre tid til oppgavejobbing i timene. I tillegg er det lettere å vite hvordan elevene ligger an i emnet allerede før timen har startet. En av lærerne forklarte dette, som vi har sett i resultatdelen, på følgende måte:

[Mari] Logger seg på undervisningen før de kommer, så ser vi hva elevene sliter med og hva vi må snakke mer om på skolen. Vi vet temperaturen i emnet før timen og kan legge opp timene etter det. Mer elevaktivitet i timene, læreren snakker ikke like mye.

Omvendt undervisning er ifølge Mari til stor hjelp i planlegging av timer, samtidig som det gir elevene mulighet til å jobbe med oppgaver med støtte fra en lærer. Det kan være med på å redusere forskjellene mellom ressurssterke og ressursvake hjem, fordi som Mari forklarte: «De (elevene) er ikke avhengige av hjelp fra foreldrene. I stedet for at elevene sitter og jobber og sliter sammen med foreldrene, så ser de en film ...».

En siste pedagogisk implikasjon man kan trekke ut ifra funnene i denne undersøkelsen er at det finnes flere måter å vurdere elevenes matematiske ferdigheter. Bruk av muntlig vurdering av elevene i matematikk er noe som flere av lærerne begynte å ta i bruk da de ikke lenger kunne gjennomføre skriftlige prøver. Dette var, ifølge Mari, en ny erfaring som hun vil fortsette å benytte seg av: «... jeg har alltid vært så opptatt av at det skal være skriftlig, men det er det jo ikke nødt til å være ...». Muntlige vurderinger gjør det også lettere å forstå hvordan elevene tenker når de møter matematiske problemer, og det kan også være med på å fjerne litt av det presset som elevene føler på ved en skriftlig prøve. Videre viser funnene at lærerne benyttet seg av mange forskjellige typer vurdering, noe som understreker at M-TPACK er til stede hos lærerne, det gjelder bare å ta den i bruk. Lærerne kan bruke teknologi hvis de må, det gjelder bare å få dem til å gjøre det.

5.4 Studiens begrensninger

En av denne studiens begrensninger er at TPACK-rammeverket handler om lærernes kunnskaper teoretisk, og ikke nødvendigvis har fokus på hva som blir gjort i praksis. Det blir derimot belyst i TPACK-in-Practice-rammeverket, som tar for seg hvordan kunnskapen blir satt ut i livet i praksis.

Metodisk så er MMR nyttig for å skaffe ulike data, men det krever mye av en forsker å gjennomføre både en kvantitativ og en kvalitativ undersøkelse. En begrensende faktor er også at jeg ikke undersøker de samme spørsmålene i spørreundersøkelsen som jeg gjør i intervjuene. MMR er også mer tidkrevende enn å gjennomføre en utelukkende kvalitativ eller kvantitativ undersøkelse.

Antall deltakere i spørreundersøkelsen vil også være en begrensende faktor for denne oppgaven, da det var 56 matematikklærere som deltok. Lærerne i undersøkelsen var fra hele landet, men ettersom jeg benyttet sosiale media for å finne deltakere, så har jeg ikke oversikt over hvilke deler av landet som er representert. Lærerne som ble intervjuet ble også hentet ut fra de 56 som svarte på spørreundersøkelsen, men jeg startet intervjuprosessen før jeg hadde fått inn alle svarene på spørreundersøkelsen. Dette kan ha medført at det var andre lærere som ville vært mer aktuelle for et intervju, men som svarte på spørreundersøkelsen etter at intervjuprosessen var i gang. Det er også kritikkverdig at jeg visste at de utvalgte lærerne hadde endret sin undervisningen i løpet av nedstengingsperioden.

Dersom en annen forsker hadde ønsket å gjennomføre en lignende studie, ville det vært uproblematisk å benytte samme spørreundersøkelsen på nytt. Det som derimot kunne blitt

ulikt er valg av intervjupersoner og gjennomførelsen av intervjuene. En annen forsker hadde kanskje valgt andre lærere å intervju, og dermed fått andre svar og stilt andre oppfølgingsspørsmål. Det er også mulig å være kritisk til kjønnsfordelingen blant intervjupersonene. I de fem intervjuene var det fire menn og én kvinne som ble intervjuet. Det er flere grunner til at fordelingen ble som den ble. En av grunnene er at jeg ikke fokuserte på kjønnsforskjeller i denne oppgaven; jeg ville først og fremst finne intervjupersoner med interessante besvarelser fra spørreundersøkelsen. En annen grunn er at det var et stort flertall menn som krysset av for at de hadde mulighet til å stille på intervju.

I spørreundersøkelsen skulle lærerne blant annet vurdere egen M-TPACK før nedstengingen, noe som førte til at de måtte tenke tilbake til hvordan deres kompetanse var for over et år siden. Dette er en tydelig begrensning og svakhet i datainnsamlingsprosessen, ved at det gir mulighet for feilrapportering. Ideelt sett skulle jeg gjennomført første del av spørreundersøkelsen før nedstengingen av skolene. Problemet var at jeg ikke hadde startet på oppgaven før nedstengingsperioden var over, og det var vanskelig å spå at skolene skulle bli stengt i starten av 2020 før det skjedde. I tillegg hadde to av kategoriene i spørreundersøkelsen lav reliabilitet ($PCK = .628$ og $TPK = .347$). Dette er en begrensning til studien, og kan være med på å svekke studiens totale troverdighet.

Analysearbeidet av datamaterialet kan også være en begrensning ved studien. Analysen av spørreundersøkelsen ble gjennomført i *SPSS*, og bar ingen preg av partiskhet fra meg som forsker. Analysen av intervjuene ble derimot gjennomført som en induktiv tematisk analyse, der jeg bestemte både koder og temaer. Selv om både temaene og kodene er koblet TPACK-in-Practice-rammeverket, så er det liten sannsynlighet for at en annen forsker hadde brukt eksakt samme utvalg av både koder og temaer. Selv om jeg har vært så nøytral som mulig i analysen av datamaterialet, så vil en slik induktiv tematisk analyse bære preg av mitt syn og faglige ståsted.

5.5 Videre forskning

Basert på funnene fra denne studien kunne det vært interessant å undersøke videre hvor stor andel av norske matematikklærere som har endret sin undervisningspraksis som følge av nedstengingen i forbindelse med covid-19. Da kunne man også brukt et større utvalg lærere. Man kunne derfor laget en spørreundersøkelse for å undersøke om nedstengingsperioden har ført til endringer i undervisnings- og vurderingspraksis hos norske matematikklærere. Det kunne også vært interessant å undersøke hvilke andre endringer lærere eventuelt har begynt å ta i bruk i løpet av nedstengingsperioden. Er omvendt undervisning og nye vurderingsmetoder noe som de fleste lærere har begynt med i løpet av nedstengingsperioden, eller gjelder det bare for et mindretall av norske matematikklærere? Finnes det andre endringer i planleggings-, implementerings- og vurderingsfasen som en følge av nedstengingen?

Man kunne også sett nærmere på hvordan omvendt undervisning og de nye vurderingsformene påvirker elevenes resultater over tid. Lærerne i intervjuene rapporterer om at de er svært positive til bruken av omvendt undervisning, men fører dette til bedre resultater i matematikk? Vil omvendt undervisning i stedet for gjennomgang i klasserommet

og jevnlig fagsamtaler i stedet for prøver, føre til en gjennomsnittlig forbedring i prestasjon hos elevene?

Noe som også kunne vært interessant å forske på videre er hvordan elevene har opplevd endringene fra før nedstengingen til etter nedstengingen. Lærerne i intervjuene rapporterer om en økt bruk av teknologiske hjelpemidler, og at det er noe de kommer til å fortsette med framover. Det kunne da vært interessant å undersøke hvordan elevene vurderer endringene som skjedde som en følge av nedstengingen. Knut sier blant annet i intervjuet at han «gjorde en liten undersøkelse med elevene der jeg spurte om de ønsket live undervisning eller om jeg skulle spille inn videosnutter med repetisjonsspørsmål etterpå. Og de aller fleste ønsket alternativ 2». Det kan være flere grunner til at elevene til Knut ønsket videosnutter foran live undervisning. Derfor kunne vært interessant å undersøke om dette også er noe som er gjeldende for en større andel av elevene i landet.

6. Konklusjon

Forskningsspørsmålene jeg har svart på i denne oppgaven er:

1. *I hvilken grad har norske matematikklæreres teknologiske, pedagogiske, matematiske kunnskap endret seg under nedstengingen i forbindelse med covid-19?*
2. *På hvilken måte har nedstengingen ført til endringer i hvordan norske matematikklærere planlegger og gjennomfører undervisningen i matematikk?*

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at norske matematikklærere rapportere om statistisk signifikant økning i kun en av sju kategorier i M-TPACK (TCK). Konklusjonen på første forskningsspørsmål er dermed at norske matematikklæreres gjennomsnittlige M-TPACK har endret seg i liten grad under nedstengingen i forbindelse med covid-19-pandemien.

Selv om lærernes gjennomsnittlige M-TPACK ikke endret seg veldig, så var det tydelige endringer i TPACK-in-Practice hos de fem lærerne jeg intervjuet. Resultatene fra intervjuene viser at det har skjedd endringer i hvordan lærerne planlegger og gjennomfører matematikkundervisningen. Det rapporteres om endringer i undervisningen både hos de som hadde betydelige endringer i M-TPACK og hos de som hadde liten endring i M-TPACK i løpet av nedstengingsperioden. Endringene lærerne fortalte om var at de hadde begynt å benytte omvendt undervisning og at de hadde tatt i bruk nye vurderingsmetoder i løpet av nedstengingen.

Funnene i denne oppgaven fører meg til den samlede konklusjonen at selv om lærerne ble nødt til å gjøre store endringer i egen undervisningspraksis som en følge av nedstengingen i forbindelse med covid-19, så har ikke dette ført til store endringer i lærernes M-TPACK.

Referanser

- Abbitt, J. T. (2011). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 27(4). <http://dx.doi.org/10.1080/21532974.2011.10784670>
- Akkoc, H. (2011). Investigating the development of prospective mathematics teachers' technological pedagogical content knowledge. *Research in Mathematics Education*, 13(1), 75-76. <https://doi.org/10.1080/14794802.2011.550729>
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: reach every student in every class every day*. ISTE.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology, *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brooks, D. M., Kopp, T. W. (1989). Technology in teacher education. *Journal of teacher education*, 40(4), 2-8. <https://doi.org/10.1177%2F002248718904000402>
- Chiu-Lin, L. & Gwo-Jen, H. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education. Vol 100*, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.006>
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene* (1.utg.). Abstrakt forlag.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8. utg.). Routledge
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2011) *Designing and conducting mixed methods research* (2. utg). Sage.
- Creswell, J. W. (2013, 20. februar). *What is mixed methods research* [Videoklipp]. Hentet fra: <https://www.youtube.com/watch?v=1OaNiTIpyX8&app=desktop>.
- DeCuir-Gunby, J. T. (2008). Mixed methods research in the social sciences. I J. Osborne (Red.), *Best Practices in Quantitative Methods* (s. 125-136). Sage
- Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH). (2016, april). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. Hentet 2. mai 2021 fra <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/hum-sam/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-humaniora-juss-og-teologi/>
- Engh, R. (2014). *Vurdering for læring i skolen: på vei mot en bærekraftig vurderingskultur* (1.utg). Høyskoleforlaget.
- Fabry, D. L. & Higgs, J. R. (1997). Barriers to the effective use of technology in education: current status. *Journal of Educational Computing Research*, 17(4) 385-395. <https://doi.org/10.2190%2FC770-AWA1-CMQR-YTYV>

- Federici, R. A., & Vika, K.S. (2020). *Spørsmål til Skole-Norge: analyser og resultater fra Utdanningsdirektoratets spørreundersøkelse til skoleledere, skoleeiere og lærere under korona-utbruddet 2020* (NIFU-Rapport 2020:13).
- Figg, C., & Jaipal, K. (2012). TPACK-in-Practice: Developing 21st century teacher knowledge. I P. Resta (Red.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education international conference 2012* (s. 4683–4689). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- George, D. & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: a simple guide and reference, 11.0 update* (4. Utg.). Allyn and Bacon.
- Gilje, Ø. (2020, 24. mars). *Klasseledelse når veggene forsvinner*, FIKS – Forskning, innovasjon og kompetanseutvikling i skolen.
<https://www.uv.uio.no/forskning/satsinger/fiks/kunnskapsbase/stengte-skoler-digital-hjemmeundervisning/FIKS-reflekterer/klasseledelse-nar-veggene-forsvinner.html>
- Given, L. M. (2008) Trustworthiness. *The SAGE Encyclopedia of Qualitative Resarch Methods*. DOI: <https://dx.doi.org/10.4135/9781412963909>
- Grandgenett, N., Harris, J., & Hofer, M. (2011). An activity-based approach to technology integration in the mathematics classroom. *NCSM Journal of Mathematics Education Leadership*, 13(2), 19-28.
- Guba, E. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational Communication and Technology Journal*, 29, 75-92.
- Gudmundsdottir, G. B. & Hathaway, D. M. (2020). “We always make it work”: Teachers’ agency in the time of crisis. *Journal of Technology and Teacher Education*, 28(2), 239-250.
- Guerrero, S. (2010). Technological pedagogical content knowledge in the mathematics classroom. *Journal of Computing in Teacher Education*, 26(4), 132-139.
<https://doi.org/10.1080/10402454.2010.10784646>
- Gökce, A. & Murat, A. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*. Vol 126, 334-345.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Harris, J. B. & Hofer, M. J. (2011). Technological pedagogical content (TPACK) in action. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(3), 211-229.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2011.10782570>
- Hofer, M. & Grandgenett, N. (2012). TPACK development in teacher education. *Journal of Resarch on Techology in Education*, 45(1), 83-106.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2012.10782598>
- Hurmerinta-Peltomäki, L., Nummela, N. (2006) Mixed methods in international business research: A value-added perspective. *Management International Review*. Vol 46, 439–459. <https://doi.org/10.1007/s11575-006-0100-z>

- IBM Corp. (2020). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0. IBM Corp
- Jaipal-Jamani, K. & Figg, C. (2015). The Framework of TPACK-in-Practice: designing content-centric technology professional learning contexts to develop teacher knowledge of technology-enhanced teaching (TPACK). I C. Angeli & N. Valanides (Red.), *Technological, Pedagogical Content Knowledge: Exploring, developing, and assessing TPCK*. (s. 137-163). Springer
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133.
- Kaput, J. J. (1992). Technology and mathematics education. I D. A. Grouws (Red.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 515-556). New York: National Council of Teachers of Mathematics, Macmillan Publishing Company.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 9(1), 60-70.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009) *Interviews: Learning the Craft of Qualitative Research interviewing* (2.utg.). Sage
- Landry, G. A. (2010). *Creating and Validating an Instrument to Measure Middle School Mathematics Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*. [Doktorgradsavhandling]. University of Tennessee.
- Lee, H., & Hollebrands, K. (2008). Preparing to teach mathematics with technology: An integrated approach to developing technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 8(4), 326-341.
- Martin, B. (2015). Successful implementation of TPACK in teacher preparation programs. *International Journal on Integrating Technology in Education*. 4(1).
- Mcknight, P. E., Najab, J. (2010). Mann-Whitney U Test. *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0524>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Piaget, J. (1976). *The child's conception of the world*. Adams.
- QSR International Pty Ltd. (2020) NVivo (utgitt mars 2020), <https://www.qsrinternational.com/nvivo-qualitative-data-analysis-software/home>
- Richardson, S. (2009). Mathematics teachers' development, exploration, and advancement of technological pedagogical content knowledge in the teaching and learning of algebra. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(2), 117-130.
- Sagdahl, M. S. (2020, 30. juli). Etikk. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/etikk>

- Sale, J. E. M. & Brazil, K. (2004). A strategy to identify critical appraisal criteria for primary mixed-methods studies. *Quality & Quantity*, 38(4), 351-365.
DOI:[10.1023/B:QUQU.0000043126.25329.85](https://doi.org/10.1023/B:QUQU.0000043126.25329.85)
- Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Koehler, M.J., Shin, T., & Mishra, P. (2009, 13.-17. april). *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for pre-service teachers* [Paperpresentasjon]. Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, California.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*. 15(2), 4-14.
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (2016). *Motivasjon for læring: Teori + praksis* (1.utg). Universitetsforlaget.
- Teddlie, C. & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of Mixed Methods Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i matematikk 1-10. trinn* (MAT01-05).
<https://www.udir.no/lk20/mat01-05?lang=nob>
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S. & Bay-Williams, J. M. (2015). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally* (9.utg). Pearson Education Limited.
- Wang, L., Ertmer, P. A., Newby, T. J. (2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 231-250. <https://doi.org/10.1080/15391523.2004.10782414>

Vedlegg

Vedlegg 1 – Original spørreundersøkelse [2 sider]

MTPACK Survey Items

TK 1 I know how to solve my own technical problems.

TK 2 I can learn technology easily.

TK 3 I keep up with important new technologies.

TK 4 I know about a lot of different technologies.

TK 5 I have the technical skills I need to use technology.

TK 6 I have had sufficient opportunities to work with different technologies.

CK 1 I have sufficient knowledge about mathematics.

CK 2 I can use a mathematical way of thinking.

CK 3 I have various ways and strategies of developing my understanding of mathematics.

PK 1 I am able to focus on the mathematics while taking advantage of instructional opportunities offered by technology.

PK 2 I know how to assess student performance in a classroom.

PK 3 I allow students to use technology for assessment as it parallels instruction.

PK 4 When I approach mathematics instruction with technology, I know where students are conceptually, what they need to achieve, and how to proceed.

PK 5 I can adapt my teaching style to different learners.

PCK 1 I can assess student learning in multiple ways.

PCK 3 I can use a wide range of teaching approaches in a classroom setting (collaborative learning, direct instruction, inquiry learning, problem/project based learning etc.).

PCK 4 Teachers should teach exact procedures for students as they use calculators.

PCK 5 I know how to select effective teaching approaches to guide student thinking and learning in mathematics.

TPK 1 It is appropriate for the students to show the teacher how to use new technology.

TPK 2 I am open to experimentation with new technologies for mathematics teaching and learning.

TPK 3 I use technology to manage student assessment information.

TCK 1 An effective teacher explicitly teaches the correct way to use a technology.

TCK 2 I know about technologies that I can use for understanding and doing mathematics.

TCK 3 I can choose technologies that enhance the teaching approaches for a lesson.

TCK 4 I make connections with students as to why technology is useful for certain mathematics problems.

TCK 5 I am thinking critically about how to use technology in my mathematics classroom

TPCK 1 Children should master procedures for using technology before using the technology for mathematics problem solving.

TPCK 2 I can adapt the use of the technologies that I am learning about to different teaching activities.

TPCK 3 I am comfortable and optimistic about changes in advances with technology

TPCK 4 I can select technologies to use in my classroom that enhance what I teach, how I teach and what students learn.

TPCK 5 I can provide leadership in helping others to coordinate the use of content, technologies and teaching approaches at my school and/or district.

Vedlegg 2 – Oversatt spørreundersøkelse [17 sider]

Spørreundersøkelse Covid-19 og M-TPACK

Dette er en spørreundersøkelse hvor hensikten er å måle endringer i matematikklæreres oppfattede M-TPACK (matematiske, teknologiske, pedagogiske innholds-kunnskap). Spørreundersøkelsen er todelt, og i denne første delen skal du tenke tilbake til din egen kompetanse om bruk av teknologi i matematikkundervisningen før skolene stengte pga. nedstengingen i forbindelse med covid-19 (12. mars 2020).

Først litt bakgrunnsinformasjon

Kjønn (Sett kryss):

- Kvinne
- Mann

Alder:

Utdanning:

Jeg har undervist matematikk i (Sett kryss):

- 0-2 år
- 3-5 år
- 6-10 år
- 11-20 år
- 20+ år

Navn (for intervju):

Mobilnummer/E-post (for intervju):

M-TPACK før nedstengingen 12. mars 2020

Her skal du altså tenke tilbake til før nedstengingen 12. mars 2020. Du skal besvare påstandene ut ifra din kompetanse på daværende tidspunkt. Dette er de sju komponentene som resulterer i måling av egen teknologisk, pedagogisk matematikkunnskap (M-TPACK)

TK (Technology knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg kan løse mine egne teknologiske problemer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg lærer teknologi enkelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg holder meg oppdatert på ny og viktig teknologi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kjenner til mange forskjellige teknologier.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg har de tekniske ferdighetene som trengs for å bruke teknologi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg har hatt tilstrekkelige muligheter til å jobbe med forskjellige teknologier	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

CK (Content knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg har tilstrekkelig kunnskap om matematikk.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan tenke på en matematisk måte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg har flere måter og strategier for å utvikle min matematiske forståelse.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PK (Pedagogical knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg er i stand til å fokusere på matematikken mens jeg utnytter undervisningsmulighetene som tilbys av teknologi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg vet hvordan jeg skal vurdere elevers prestasjoner i et klasserom.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg tillater studenter å bruke teknologi for vurdering, siden den er integrert med undervisningen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Når jeg benytter matematikkundervisning med teknologi, vet jeg hvor studentene er konseptuelt, hva de trenger å oppnå, og hvordan de skal gå frem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan tilpasse min undervisningspraksis til ulike elever.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PCK (Pedagogical content knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg kan vurdere elevers læring på flere måter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan benytte et bredt spekter av undervisningsmetoder i klasserommet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lærere burde undervise eksakte prosedyrer for elever når de skal bruke kalkulatorer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan å velge effektive undervisningsmetoder for å guide elevers tenking og læring i matematikk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TPK (Technological pedagogical knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Det er hensiktsmessig at elevene viser læreren hvordan man bruker ny teknologi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg er åpen for eksperimentering med ny teknologi for matematisk undervisning og læring.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg bruker teknologi til å administrere informasjon om elevveiledning.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TCK (Technological content knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
En effektiv lærer underviser eksplisitt den riktige måten å bruke en teknologi på.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg vet om teknologier som jeg kan bruke til å forstå og gjøre matematikk.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan velge teknologier som forbedrer undervisningsmetodene for en undervisningsøkt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg diskuterer med elevene om hvorfor teknologi er nyttig for enkelte matematikkproblemer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg tenker kritisk på hvordan jeg bruker teknologi i det matematiske klasserommet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TPCK (Technological pedagogical content knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Barn bør beherske prosedyrer for bruk av teknologi før de bruker teknologien til matematisk problemløsning.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan tilpasse bruken av teknologiene jeg lærer om til forskjellige undervisningsaktiviteter.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg er komfortabel og optimistisk om endringer i fremskritt med teknologi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan velge teknologier som skal brukes i klasserommet mitt som forbedrer det jeg underviser, hvordan jeg underviser og hva elevene lærer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan hjelpe andre med å koordinere bruken av innhold, teknologier og undervisningsmetoder på skolen min og/eller distriktet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

M-TPACK etter nedstengingen

I denne andre delen av spørreundersøkelsen skal du besvare de samme påstandene som i forrige del, men nå skal du svare ut ifra hvordan kompetansen din er nå, etter at skolene har vært steng og du har drevet med nettbasert undervisning. Til slutt skal du svare på noen spørsmål om hvordan du gjennomførte undervisningen under nedstengingen.

TK (Technology knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg kan løse mine egne teknologiske problemer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg lærer teknologi enkelt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg holder meg oppdatert på ny og viktig teknologi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kjenner til mange forskjellige teknologier.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg har de tekniske ferdighetene som trengs for å bruke teknologi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg har hatt tilstrekkelige muligheter til å jobbe med forskjellige teknologier	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

CK (Content knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg har tilstrekkelig kunnskap om matematikk.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan tenke på en matematisk måte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg har flere måter og strategier for å utvikle min matematiske forståelse.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PK (Pedagogical knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg er i stand til å fokusere på matematikken mens jeg utnytter undervisningsmulighetene som tilbys av teknologi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg vet hvordan jeg skal vurdere elevers prestasjoner i et klasserom.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg tillater studenter å bruke teknologi for vurdering, siden den er integrert med undervisningen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Når jeg benytter matematikkundervisning med teknologi, vet jeg hvor studentene er konseptuelt, hva de trenger å oppnå, og hvordan de skal gå frem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan tilpasse min undervisningspraksis til ulike elever.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

PCK (Pedagogical content knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg kan vurdere elevers læring på flere måter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan benytte et bredt spekter av undervisningsmetoder i klasserommet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lærere burde undervise eksakte prosedyrer for elever når de skal bruke kalkulatorer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan å velge effektive undervisningsmetoder for å guide elevers tenking og læring i matematikk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TPK (Technological pedagogical knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Det er hensiktsmessig at elevene viser læreren hvordan man bruker ny teknologi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg er åpen for eksperimentering med ny teknologi for matematisk undervisning og læring.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg bruker teknologi til å administrere informasjon om elevveiledning.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TCK (Technological content knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
En effektiv lærer underviser eksplisitt den riktige måten å bruke en teknologi på.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg vet om teknologier som jeg kan bruke til å forstå og gjøre matematikk.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan velge teknologier som forbedrer undervisningsmetodene for en undervisningsøkt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg diskuterer med elevene om hvorfor teknologi er nyttig for enkelte matematikkproblemer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg tenker kritisk på hvordan jeg bruker teknologi i det matematiske klasserommet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TPCK (Techological pedagogical content knowledge)

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller uenig	Uenig	Veldig uenig
Barn bør beherske prosedyrer for bruk av teknologi før de bruker teknologien til matematisk problemløsning.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan tilpasse bruken av teknologiene jeg lærer om til forskjellige undervisningsaktiviteter.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg er komfortabel og optimistisk om endringer i fremskritt med teknologi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan velge teknologier som skal brukes i klasserommet mitt som forbedrer det jeg underviser, hvordan jeg underviser og hva elevene lærer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kan hjelpe andre med å koordinere bruken av innhold, teknologier og undervisningsmetoder på skolen min og/eller distriktet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Situasjonen under lockdown

	Veldig enig	Enig	Verken enig eller Uenig	Uenig	Veldig uenig
Jeg fikk god hjelp fra skolen med undervisningen under lockdown	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg fikk god hjelp fra kollegaer med undervisningen under lockdown	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg var til god hjelp for kollegaene mine under lockdown	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeg kommer til å bruke mine erfaringer fra lockdown i videre undervisningspraksis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Noen spørsmål med åpne svar om undervisningen under nedstengingen i forbindelse med covid-19:

Hvilke undervisningsmetoder brukte du under nedstengingen?

Hvilke teknologiske hjelpemidler brukte du under nedstengingen? (f.eks nettsider/programmer/apper) Er noen av disse aktuelle for bruk i framtidig undervisning?

På hvilken måte føler du dine teknologiske ferdigheter endret seg under nedstengingen?

Takk for at du tok deg tid til å svare!

Vedlegg 3 – Intervjuguide [1 side]

Intervjuguide

Forskningsspørsmål:

1. *I hvilken grad har norske matematikklæreres teknologiske, pedagogiske, matematiske kunnskap endret seg under nedstengingen i forbindelse med covid-19?*
2. *På hvilken måte har nedstengingen ført til endringer i hvordan norske matematikklærere planlegger og gjennomfører undervisningen i matematikk?*

Spørsmål 1

Har du et eksempel på et undervisningsopplegg som du brukte før nedstengingen? (15 min)

- Detaljerte svar
- Tenk på et undervisningsopplegg, kan du gjenfortelle opplegget så nøye som mulig fra du kommer inn i klasserommet til timen er over
 - o Noter ting du vil ha flere detaljer på
 - o Noter hvis de sier noe interessant – spør etter konkrete eksempel

Spørsmål 2

Har du et eller flere eksempler på undervisningsopplegg som du brukte under nedstengingen? (15 min)

- Detaljerte svar
- Tenk på et undervisningsopplegg, kan du gjenfortelle opplegget så nøye som mulig fra du kommer inn i klasserommet til timen er over
 - o Noter ting du vil ha flere detaljer på
 - o Noter hvis de sier noe interessant – spør etter konkrete eksempel

Spørsmål 3

Kan du fortelle om de største endringene når det kommer til bruk av teknologi i undervisningen? (15 min)

- Detaljer
- Programmer som ikke har blitt brukt før
- Trekk inn resultat fra spørreskjemaet – få konkrete eksempler

Vedlegg 4 – Samtykkeskjema [3 sider]

Vil du delta i forskningsprosjektet Covid-19 og M-TPACK

Jeg er masterstudent ved NTNU, Institutt for Lærerutdanning, og skal gjennomføre et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan har påvirket norske matematikklæreres teknologiske matematiske kompetanse. Jeg vil først og fremst fokusere på positive endringer i lærernes kompetanse. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med spørreundersøkelsen er å finne ut om nedstengingen i forbindelse med covid-19 og det å måtte undervise digitalt har ført til en endring i matematikklæreres teknologiske matematiske kompetanse. I tillegg til å undersøke endringen i kompetanse hos lærerne, ønsker jeg også å finne ut om det er noe vi kan lære av undervisningen som ble gjennomført under nedstengingen i forbindelse med covid-19.

Planen min er å først gjennomføre en spørreundersøkelse. Deretter vil jeg finne 3-5 deltakere som kan delta i et litt mer utdypende intervju. Resultatene av studien vil bli brukt i en masteroppgave ved NTNU.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Jeg ønsker at så mange matematikklærere som mulig skal delta i undersøkelsen min for å få en god oversikt over hvordan undervisningen var under nedstengingsperioden. Jeg har spurt skoler som jeg har en tilknytning til, f.eks. som elev, student eller vikar. Jeg har også spurt skoler som jeg har fått anbefalt av veileder.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltakelse i prosjektet innebærer at du svarer på et spørreskjema om din teknologi/matematikk før og etter nedstengingen. Spørreskjemaet er todelt, vil ta deg ca 20 min, og inneholder spørsmål om oppfattelse av egen teknologiske, pedagogiske fagkunnskap (TPACK). Spørreundersøkelsen vil bli gjennomført på papir.

Et eventuelt intervju vil handle om hvordan du underviste i nedstengingsperioden. Lengden på intervjuet er estimert til 30-60 minutter.

Det er frivillig å delta

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

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- De som vil ha tilgang til opplysningene er meg (Tølløv Heggem) og min veileder (Eivind Kaspersen)
- Navn og kontaktopplysninger vil bli anonymisert ved transkripsjon av intervju og datamaterialet fra både intervju og spørreundersøkelse vil bli lagret på en kryptert minnepinne som oppbevares innelåst.

Deltakerne i studien vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen da alle personopplysninger vil bli anonymisert.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er mai 2021. Alle personopplysninger vil bli slettet. Anonymisert data (f.eks., transkripsjoner og svar fra spørreundersøkelsen) vil kunne bli oppbevart for videre forskning.

Dine rettigheter

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

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

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

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

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- NTNU ved Tølløv Heggem (Mobil: 46887780, E-post: tollohegg@gmail.com). Veileder: Eivind Kaspersen (Mobil: 90683682, eivind.kaspersen@ntnu.no)
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen (Telefon: 93079038, E-post: thomas.helgesen@ntnu.no)
-

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

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Tølløv Heggem

Eivind Kaspersen

(Veileder)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Covid-19 og M-TPACK», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i spørreundersøkelsen
- å delta i intervju – hvis aktuelt

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

