

# MASTEROPPGAVE

Emnekode: MAT5006\_1

Navn: Jakobsen, Sigrid; Skage, Linn E.

---

## Interaksjoner med teknologi som støtter formativ vurdering i matematikk

En undersøkelse ved bruk av metodetriangulering, som inkluderer lærer- og elevperspektiv i matematikkfaget, for å kartlegge digitale verktøys rolle i formativ vurdering.

---

Dato: 15.05.2023

Totalt antall sider: 116

## **FORORD**

Denne masteroppgaven bekrefter slutten på et femårig utdanningsløp ved Grunnskolelærerutdanningen 5.-10. trinn i regi av Nord Universitet avd. Nesna. Det har vært en inspirerende, givende og lærerik prosess, til tross for pålagt nettundervisning og digitale eksamener grunnet Covid-19. Studieperioden har vært med på å skape nye vennskap, nyttig kunnskap og erfaringer, som vi nå ser fram til å høste av i praksis.

Dette prosjektet har ikke nådd mållinjen, hadde det ikke vært for deltakerne i datainnsamlingen. Vi ønsker å rette en hjertelig takk til lærere og elever, som bidro til at vi fikk etablert et godt datagrunnlag for forskningsarbeidet som vi har gjennomført.

Studieforløpet, og veien mot ferdigstillelse av masteroppgaven, hadde heller ikke vært mulig uten våre “bedre halvdel”. De har vært med på å tilrettelegge, både med tanke på avtaler, hjem og barn, for å få oss over målstreken. Takk for at dere har gjort denne reisen mulig.

Vi vil også med stor takknemlighet rose våre veiledere Floridona Tetaj, Natalia Sjøvik og Trygve Løken. Vi takker for god støtte, konstruktiv kritikk og gode råd i denne prosessen. Dere har, gjennom å dele erfaringer, kunnskap og anbefalinger, bidratt sterkt til ferdigstillelse av denne masteroppgaven. I tillegg har dere gitt oss en større selvsikkerhet rundt veien som nå skal vandles. Tusen takk.

Sist, men ikke minst, vil vi takke Beate Aspdal og Ida Elise Overgård som har tatt seg tid til å lese korrektur og gi tilbakemeldinger. Familie og venner vil vi også gjerne takke, for forståelse, råd og bidrag gjennom hele utdanningsløpet.

Nesna, 15.mai 2023

Sigrid Jakobsen og Linn Eirin Skage

## **SAMMENDRAG**

Det store potensialet som finnes i teknologi, kan bidra til lærernes formative vurderingsprosesser i matematikkundervisningen. Noen av mulighetene og utfordringene ved bruk av teknologi i vurderingsprosesser, undersøkes i denne masteroppgaven. Mer spesifikt er målet å undersøke hvilken rolle den digitale teknologien har i å støtte formativ vurdering i matematikk. Prosjektet lener seg på den formative vurderingsteorien til Black og Wiliam (2009), teori rundt handlingsmuligheter og begrensninger i teknologien (Hadjerrouit, 2020), samt rammeverket til FaSMEd (FaSMEd, 2023a) som inkluderer teknologisk, aktør- og vurderingsperspektiv.

Vår forskning tar for seg digitale verktøys påvirkning på formativ vurdering både i lærer- og elevperspektiv. Datainnsamlingen besto av semistrukturerte intervjuer av tre matematikklærere på ungdomsskoletrinnet, samt spørreundersøkelse av deres matematikklasser (n=68) og i tillegg en generell elevundersøkelse (n=102) for skoler rundt om i landet.

Ved å sammenligne svar fra elev- og lærerundersøkelse, kunne flere handlingsmuligheter og begrensninger i aktørenes interaksjon med teknologien diskuteres å spille en rolle for formative vurderingsprosesser. Teknologien i interaksjon med lærerne ga muligheter som økt tilgjengelighet, raskere tilbakemelding og tilgang på elevarbeid uavhengig av tid og sted. Det oppsto også flere muligheter for tilrettelegging for enkeltelever i og utenfor klasserommet, rapporter på elevarbeid, variasjon, visualisering i matematiske samtaler og deling av læringsmål og kriterier. Når elevene var i interaksjon med teknologien kunne det identifiseres handlingsmuligheter som gjaldt økt tilgjengelighet (til skolearbeid, tilbakemeldinger, lærere og medelever), levering av arbeid uavhengig av tid og sted, økte muligheter for elevsamarbeid, selvstendig arbeid med matematikkoppgaver, gode matematiske diskusjoner og refleksjoner i klasserommet, utforskning av matematiske sammenhenger og justering av vanskelighetsgrad etter behov.

Ved å kartlegge handlingsmulighetene og begrensningene som oppstår når aktørene var i interaksjon med teknologien, samt diskutere hvilken effekt aksjonene hadde på formativ vurdering, kunne rollen digitale verktøy spiller for å støtte formativ vurdering i matematikk bekreftes. Samtidig inkluderes lærernes profesjonsfaglige digitale kompetanse i diskusjonen, da den påvirker valg av digitale applikasjoner, og dermed direkte hvilke handlingsmuligheter og begrensninger som kan oppstå.

## **ABSTRACT**

The great potential found in technology can contribute to teachers' formative assessment processes in mathematics teaching. Some of the opportunities and challenges of using technology in assessment processes are examined in this master's thesis. More specifically, the aim is to investigate the role digital technology has in supporting formative assessment in mathematics. The project finds support in the formative assessment theory by Black and Wiliam (2009), theory concerning affordances and constraints in interaction with technology (Hadjerrouit, 2020), as well as the framework of FaSMEd (FaSMEd, 2023a) which includes technological, actor and assessment perspectives.

The research examines the impact of digital tools on formative assessment from both the teacher's and the student's perspective. The data collection was two-sided, consisting of semi-structured interviews with 3 mathematics teachers at a secondary school level on one side. And on the other side a survey for students in their mathematics classes (n=68) was constructed, as well as a general student survey (n=102) for schools around the country.

By comparing answers from the student and teacher survey, several affordances and constraints could be discussed as having an effective role for formative assessment purposes. The technology in interaction with the teachers gave affordances such as: increased availability, faster feedback, access to student work regardless of time and place, more opportunities in facilitating for individual students in and outside the classroom, reports on student work, variety, visualization in mathematical conversations and sharing of learning goals and criteria. When the students were interacting with the technology, it was possible to identify affordances that concerned increased accessibility (for schoolwork, feedback, teachers and fellow students), delivery of work regardless of time and place, increased opportunities for student collaboration, independent work with mathematics tasks, more learning efficient mathematical discussions and reflections in the classroom, exploring mathematical connections and adjusting the degree of difficulty as needed.

By mapping the affordances and constraints that arose when the participants interacted with the technology, as well as discussing the effect each action had on formative assessment, the role digital tools play in supporting formative assessment in mathematics could be confirmed. At the same time, the teachers' professional digital competence is included in the discussion, as it affects the choice of digital applications, and thus directly which affordances and constraints may arise.

## Innholdsfortegnelse

FORORD.....	i
SAMMENDRAG.....	ii
ABSTRACT.....	iii
Innholdsfortegnelse.....	iv
Figurliste.....	vi
Tabelloversikt.....	vii
1. INNLEDNING.....	1
1.1 Bakgrunn for valg av emne.....	2
1.2 Problemstilling.....	3
1.3 Begrepsavklaring.....	3
1.4 Oppgavens strukturelle oppbygning.....	4
2. KONTEKSTUELL TEORI.....	6
2.1 Formativ vurdering ved bruk av digitale verktøy.....	6
2.2 Digitale verktøy og formativ vurdering i matematikk.....	7
2.3 Lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse.....	8
3. TEORETISKE PERSPEKTIVER.....	10
3.1 Den formative vurderingsteorien.....	10
3.2 Affordances/handlingsmuligheter og constraints/begrensninger.....	11
3.3 Det teoretiske rammeverket til FaSMEd-prosjektet.....	13
4. FORSKNINGSMETODE.....	16
4.1 Vitenskapsteoretiske betraktninger.....	16
4.2 Mixed Methods research- metodetriangulering.....	17
4.2.1 Tematisk innholdsanalyse av kvalitative data.....	19
4.2.2 Kvantitativ dataanalyse.....	20
4.3 Utvalg.....	21
4.3.1 Intervjuinformanter.....	21
4.3.2 Deltakere i spørreundersøkelsen.....	21
4.3.3 Ulike applikasjoner.....	23
4.4 Datainnsamling.....	26
4.4.1 Intervju.....	26
4.4.2 Spørreskjema.....	27
4.4.3 Observasjon.....	29
4.5 Forskningsetiske hensyn.....	30
4.6 Forskningsarbeidets pålitelighet.....	31
4.6.1 Begrepsvaliditet.....	32
4.6.2 Reliabilitet.....	33
4.6.3 Validitet.....	33
4.7 Empiri.....	35
5. PRESENTASJON AV FUNN.....	37
5.1 Teknologisk nivå.....	37
5.2 Elevnivå.....	42
5.3 Klasseromsnivå.....	45
5.4 Matematisk nivå.....	49
5.5 Vurderingsnivå.....	52

5.6 Lærerens digitale kompetanse .....	59
5.7 Oversikt over identifiserte handlingsmuligheter og begrensninger .....	61
6. DISKUSJON .....	63
6.1 «Tilrettelegge for elever uavhengig av tid og sted» .....	63
6.2 «Justere vanskelighetsgrad etter behov» og «tildele oppgaver på ulike nivå» .....	65
6.3 «Gi tilbakemelding hurtig», «få raskere tilbakemelding» og «dele oppgaver for medelevvurdering» .....	67
6.4 «Dele læringsmål og kriterier» .....	68
6.5 «Bruke interaktive tavler for klasseromsdiskusjon» og «diskutere matematiske løsninger med medelever og lærer» .....	69
6.6 «Kommunisere med lærer/elev uavhengig av tid og sted» og «få bekreftelse og/eller svar» .....	71
6.7 «Utforske matematiske sammenhenger» og «bruke visualiseringsverktøy» .....	72
6.8 «Arbeide selvstendig med matematikkoppgaver» og «gjøre matematikkoppgaver effektivt» .....	74
6.9 Lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse .....	77
6.10 De fem vurderingsstrategiene .....	78
7. KONKLUSJON .....	81
7.1 Forslag til videre forskning .....	83
Referanser .....	85
VEDLEGG .....	90
Vedlegg 1: Forespørsel om å delta i masterundersøkelse – lærere .....	90
Vedlegg 2: Samtykkeskjema – elever .....	93
Vedlegg 3: Godkjenning fra personvernombudet for forskning .....	96
Vedlegg 4: Intervjuguide – del 1 .....	98
Vedlegg 5: Intervjuguide – del 2 .....	99
Vedlegg 6: Likheter og ulikheter – dataanalyse .....	101
Vedlegg 7: Funn i lys av teori – dataanalyse .....	103
Vedlegg 8: GeoGebra – handlingsmuligheter og begrensninger .....	105
Vedlegg 9: Kikora – handlingsmuligheter og begrensninger .....	107
Vedlegg 10: Showbie – handlingsmuligheter og begrensninger .....	108

## Figurliste

Figur 1: De fem nøkkelstrategiene i den formative vurderingsteorien (oversatt til norsk fra forfatterne)(Wiliam & Thompson, 2007).....	11
Figur 2: FaSMEd-modell (FaSMEd, 2023a) (Modell laget av forfatterne) .....	14
Figur 3: Metodetriangulering, inspirert av Cresswell og Plano, 2018 .....	18
Figur 4: Tematisk analyse av kvalitative data .....	19
Figur 5: Antall deltakere i spørreundersøkelsen (skole R, skole M og Generell).....	23
Figur 6: Utklipp fra tidligere praksislærer sin rapportoversikt på Kikora (godkjent tillatelse)25	
Figur 7: Oversikt over intervjuinformant og tilhørende skole .....	37
Figur 8: Svarfordeling under kategorien: «Levere arbeid uavhengig av tid og sted» .....	38
Figur 9: Svarfordeling under kategorien: «finder enkelt matematikkoppgavene» .....	39
Figur 10: Svarfordeling under kategorien: «enkle å bruke» .....	40
Figur 11: Svarfordeling under kategorien: «programmene som benyttes er enkle å forstå» ...	41
Figur 12: Svarfordeling under kategorien: «mulighet til å arbeide med varierte oppgaver» ...	43
Figur 13: Svarfordeling under kategorien: «bedre å arbeide med matematikkoppgave» .....	43
Figur 14: Svarfordeling under kategorien: «arbeide selvstendig med matematikkoppgaver».	45
Figur 15: Svarfordeling under kategorien: «man kan enklere vise arbeidet sitt til andre» .....	46
Figur 16: Svarfordeling under kategorien: «bidrar til samtaler med medelever» .....	47
Figur 17: Svarfordeling under kategorien: «legger opp til elevsamarbeid i matematikk».....	47
Figur 18: Svarfordeling under kategorien: «GeoGebra bidrar til å forstå sammenhenger».....	49
Figur 19: Svarfordeling under kategorien: «GeoGebra bidrar til prøving og feiling».....	50
Figur 20: Oversikt over skole «R» og «M» ang passende vanskelighetsgrad .....	53
Figur 21: Svarfordeling under kategorien: «Opplever å få raskere tilbakemelding fra lærer»	54
Figur 22: Fordeling av gjennomsnittlige svar, 1-5 (i liten til stor grad) under kategorien «Opplever å få raskere tilbakemelding fra lærer» .....	55
Figur 23: Svarfordeling under kategorien: «opplever nytte av tilbakemeldingen fra lærer»...	56
Figur 24: Svarfordeling under kategorien: «lettere å ha samtaler med lærere» .....	57
Figur 25: Svarfordeling under kategorien: «lærerens kunnskap om programmene påvirker min læring».....	59
Figur 26: Fordeling gjennomsnittlige svar fra 1-5 (i liten til stor grad) under kategorien «lærernes kunnskap om programmene påvirker min læring» .....	60
Figur 27: De fem nøkkelstrategiene i den formative vurderingsteorien (oversatt til norsk fra forfatterne) (Wiliam & Thompson, 2007).....	63
Figur 28: Framstilling av FaSMEd-modell om raskere tilbakemelding, inspirert av FaSMEd-prosjektet (2023a).....	64
Figur 29: Framstilling av FaSMEd-modell om feilsvar på interaktive tavler, inspirert av FaSMEd-prosjektet (FaSMEd, 2023a) .....	70
Figur 30: Framstilling av FaSMEd-modell om observasjon av elever, inspirert av FaSMEd-prosjektet (FaSMEd, 2023a) .....	73
Figur 31: Sammenligning mellom skole "R" og "M" – enkle å bruke.....	75
Figur 32: Sammenligning mellom skole "R" og "M" - selvstendighet .....	76

## **Tabelloversikt**

Tabell 1: Identifiserte handlingsmuligheter og begrensninger.....	62
Tabell 2: Antall tilfeller handlingsmuligheter og begrensninger drøftes mot formative vurderingsstrategier.....	78



## 1. INNLEDNING

Digitaliseringen i skolen er en flerårig prosess med teknologisk utvikling og implementering av digitale verktøy i undervisningssammenheng. Søby (2005, p. 30) forklarer digitalisering i sin utredning som «*prosesser som åpner opp for muligheter for å skape, gjenskape og bearbeide informasjon, via digitale medier*». Digitaliseringen i skolen gir dermed rom for nye læremåter, vurderingspraksiser og ressurser. Dette er muligheter som gjøres tilgjengelige for læreren, som har et ansvar i elevenes læringsprosess. Dette vurderingsarbeidet kan påvirke elevens læring både negativt og positivt (Utdanningsdirektoratet, 2021c). I forskrift til opplæringsloven fremgår følgende: «*All vurdering som skjer før avslutningen av opplæringen, er underveisvurdering. Underveisvurdering i fag skal være en integrert del av opplæringen, og skal brukes til å fremme læring, tilpasse opplæringen og øke kompetansen i fag*» (Forskrift til opplæringslova, 2020, §3-10). Formuleringen «*integrert del av opplæringen*» erstatter den tidligere «*skal gis løpende og systematisk*». Dette, sammen med digitaliseringen, krever underveisvurdering også ved bruk av digitale verktøy, da de er en naturlig del av den daglige undervisningen.

En del av digitaliseringen i skolen omhandler læringsanalyse. Dette er data fra elevarbeid, som i denne masteroppgaven kalles digitale læringsbevis. Digitale læringsbevis gjør det mulig for læreren å se aktivitet, brukermønster og måloppnåelse i en større sammenheng. Paul Drijvers (2018) viser at tilbakemelding som gis digitalt, fokuserer mer på hint, diagnoserapporter og andre former for tilbakemelding som kan gi støtte til elever ved å bygge et sterkere stillas rundt læringsprosessen. Denne stillasbyggingen kan øke motivasjon og mestringsforventning blant elever. Teknologien skaper mange muligheter, som blant annet varierte og interaktive oppgaver med direkte tilbakemelding, samtidig som det bidrar til individuell tilrettelegging (Utdanningsdirektoratet, 2021a). Denne arbeidsmetoden har vist seg å være positiv gjennom forskning på elevenes motivasjon (Wæge, 2007).

En kjernekomponent i digital vurdering involverer formativ tilbakemelding til elever rundt kvaliteten og nivået på deres matematiske prestasjoner. Den formative vurderingen skjer i arbeidet med matematisk problemløsning og tilbyr informasjon som gjør det mulig for elevene å endre deres tankemåte (Clark, 2012; Shute, 2008). Tilbakemeldinger er kjernekomponenten i formativ vurdering. Tidligere forskning viser at tilbakemeldinger som oppleves nyttig for elevene, kan fremme deres interesse og mestringsforventning (Hattie & Timperley, 2007; Schunk & Swartz, 1993; Shute, 2008). Rakoczy et al. (2019) og Drijvers (2018) viser til at

tidspunktet for slike tilbakemeldinger er avgjørende, hvor digital teknologi har store fordeler med større mulighet for tilgjengelighet.

### ***1.1 Bakgrunn for valg av emne***

Til tross for god tilgang på bekreftende forskning på fordelene rundt bruk av digital teknologi i formative vurderingsprosesser, viser likevel Kongsgården og Krumsvik (2013) til lærernes manglende bruk av digitale verktøy for å inkludere elevene i lærings- og vurderingsfellesskap. De påpeker i sin forskning at vurdering for læring i liten grad blir brukt for å hjelpe elevene i deres læringsarbeid. Samtidig har vi gjennom vårt eget arbeid, i skole- og jobbsammenheng, fått et inntrykk av manglende kunnskap og/eller trygghet blant lærere rundt bruk av digitale verktøy i formative vurderingsprosesser i matematikk. Den formative vurderingen skal bidra til at elever reflekterer over egen læring og faglig utvikling, samt gi en oversikt over hva de skal lære og hva som forventes. Den formative vurderingen kan skje både muntlig og skriftlig, og skal være et hjelpemiddel slik at elever kan øke sin kompetanse og hjelpe lærere å forme undervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2022a).

Våre tidligere erfaringer viser at summativ vurdering (vurdering *av* læring) ved bruk av digitale verktøy ikke er like krevende som den formative vurderingen (vurdering *for* læring). Summativ vurdering som prøver, tentamener og eksamener kan enkelt gjennomføres ved bruk av digitale verktøy. Hvordan man tar i bruk de digitale læringsbevisene for å hjelpe elevene «videre» kan derimot være utfordrende. Med bakgrunn i dette økte vår interesse for å se hvordan man på best mulig måte kan koble den formative vurderingen opp mot de digitale læringsbevisene, og skape et større grunnlag for underveisvurdering hos elever og lærere. Formativ vurdering i matematisk læring er viktig for økt læringsutbytte, også i digital vurdering (Drijvers, 2018). Det finnes likevel begrenset tilgang på forskning rundt mulighetene og begrensningene i den digitale teknologien som bidrar til formativ vurdering i matematikk.

Selv om det eksisterer flere studier som gir gode eksempler på matematisk læring gjennom digitale vurderingssystemer, blant annet en studie gjort av Dalby og Swan (2019), er det mangel på systematiske undersøkelser som omhandler hva verktøyene kan tilby og hvilke begrensninger som finnes og samtidig støtter eller hindrer matematisk læring for elevene. Hadjerrouit (2020) undersøkte påvirkningen det digitale vurderingssystemet Numbas hadde på elevenes matematiske læring, med støtte i den teoretiske bakgrunnen bestående av to sentrale problemer: formativ tilbakemelding på den ene siden og handlingsmuligheter og begrensninger

(teknologisk, elev- eller matematisk oppgavenivå, klasseroms- eller elev-lærer interaksjonsnivå, matematisk emnenivå og vurderingsnivå) på den andre.

### ***1.2 Problemstilling***

Problemstillingen i denne masteroppgaven er:

#### **Hvilken rolle spiller digital teknologi for å støtte formativ vurdering i matematikk?**

For å finne svar på problemstillingen har vi formulert følgende forskningsspørsmål:

- 1. Hvilke handlingsmuligheter og begrensninger kan identifiseres for elever og lærere på teknologisk, elev-, klasseroms-, matematisk og vurderingsnivå når digitale verktøy brukes i matematikk?**
- 2. Hva har lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse å si for handlingsmuligheter og begrensninger i interaksjoner med digital teknologi?**

Målet med masteroppgaven er å gjennomføre en kartlegging av handlingsmulighetene og begrensningene som oppstår når utvalget er i interaksjon med applikasjonene de bruker i matematikk, hovedsakelig Geogebra, Showbie og Kikora. Deretter siktes arbeidet inn mot å bekrefte hvilke av disse handlingsmulighetene og begrensningene som bidrar til formativ vurdering, gjennom å se de i sammenheng med relevant teori.

Det vil ikke gjennomføres en grundig kartlegging av hvilke verktøy som tilbyr de spesifikke handlingsmulighetene og begrensningene i datainnsamlingen, heller ikke en som dekker alle applikasjoner som er tilgjengelige i matematikkfaget. Dette krever en mer omfattende forskning og flere kriterier for utvalget. Dette betyr at ikke alle handlingsmulighetene og begrensningene som blir bekreftet som bidrag til formativ vurdering, kan tilknyttes spesifikke applikasjoner.

### ***1.3 Begrepsavklaring***

I det følgende avsnittet vil begreper fra problemstillingen og ellers relevante begreper for masteroppgaven bli utdypet, slik at forståelsen er lik for leserne.

**Formativ vurdering** vektlegger all læring som skjer underveis i læringsforløpet, i tillegg det som ikke er tiltenkt (Imsen, 2020). Man kan si at dette er vurdering for læring, der målet er å fremme elevenes læring. Den bygger på forståelse rundt hva elevene har oppfattet og eventuelt misforstått, gir tilbake-/fremovermelding som forklarer hva eleven kan arbeide mer med (forbedringspotensial) og/eller gir grunnlag for læreren til å endre undervisningsmetode for å møte elevenes behov (Helle & Burner, 2021). Formativ vurdering innebærer at læreren har kompetanse til å kartlegge hvor eleven befinner seg i læringsprosessen (diagnostisering), at

læreren evner å sette læringsmål (målsetting) og kunne tydeliggjøre hva som skal til for å nå disse læringsmålene (planlegging av tiltak) (Sadler, 1989; Wiliam, 2007). For å få en mer tydelig oppfatning av formativ vurdering og hvordan begrepet brukes i denne masteroppgaven, tar vi utgangspunkt i Black & Wiliam's definisjon (2009). De definerer formativ vurdering som følgende:

*Praksisen er formativ dersom det samles inn bevis for elevenes oppnåelse, at disse blir tolket og brukt av lærere, elever eller deres medelever, for å ta beslutninger rundt videre arbeid (læringsmål og undervisning), som da høyst sannsynlig er bedre eller har et bedre grunnlag, enn de beslutningene som ville blitt tatt ved fravær av slike bevis (Black & Wiliam, 2009, p. 9) (oversatt til norsk av forfatterne).*

**Digitale læringsbevis** er et begrep vi har formulert selv, med definisjonen til formativ vurdering i bakhodet. I dette tilfellet handler det om arbeid som elever, ved bruk av digitale verktøy, har gjennomført og levert til sine lærere. Det kan være arbeid eleven har gjennomført i programmer, slik som Kikora og Geogebra, der læreren kan få mer informasjon om elevens arbeidsprosess dersom de vet hvilke funksjoner programmene tilbyr. For at det digitale klasserommet skal fungere best mulig, er det viktig at utstyret, *det digitale verktøyet*, er på plass. Eksempler på digitale verktøy kan være digitale tavler, bøker, nettbrett og datamaskiner. Ved bruk av ulike digitale verktøy kan man forsterke formidlingen gjennom ulik visualisering og simulering (Utdanningsdirektoratet, 2015). I vår forskning brukes PC og nettbrett som digitale verktøy. Dette med bakgrunn i at skolene som er med i forskningen opererer med disse enhetene. Software som benyttes i digitale verktøy blir omtalt som *applikasjoner* eller *digitale programmer*. Samtidig er det viktig å understreke at «digitale verktøy» i elevundersøkelsen, omhandler både hard- og software.

**Handlingsmuligheter og begrensninger** i teknologien er oversatt av oss, og erstatter begrepene «affordances and constraints» (Hadjerrouit, 2020). Handlingsmulighet og begrensning handler om aksjoner som oppstår når en aktør er i interaksjon med teknologien, dette forklares mer spesifikt i kapittel 3.2 (s.11).

#### **1.4 Oppgavens strukturelle oppbygning**

Masteroppgaven er strukturert i syv kapitler. Første kapittel presenterer bakgrunnen for valg av tema og problemstilling, og avsluttes med en begrepsavklaring. I kapittel 2 presenteres relevant forskning og teori rundt temaet som er sentralt for fenomenet i masteroppgaven, som er digitale verktøy i formative vurderingsprosesser. Kapittel 3 fremlegger teori som forskningen baseres

på - den formative vurderingsteorien (Black & Wiliam, 2009), affordances and constraints (Hadjerrouit, 2020) og FaSMEd-prosjektet (Panero & Aldon, 2016).

Fjerde kapittel omhandler forskningsmetoden, hvor det gjøres rede for vitenskapeteoretiske betraktninger, valg av metode, utvalg, innsamling av data, forskningsetiske hensyn og forskningsarbeidets pålitelighet. Kapittel 5 presenterer funnene i underkapitler basert på de fem nivåene i matematikk (teknologisk, elev-, klasseroms-, matematisk og vurderingsnivå) (Hadjerrouit, 2020). Påfølgende kapittel 6 inneholder refleksjon og diskusjon rundt funn i forskningen. Her sammenkobles handlingsmuligheter og begrensinger i teknologien med de formative vurderingsstrategiene til Wiliam & Thompson (2007) (som refereres til i Black & Wiliam (2009)), i tillegg til annen relevant teori og forskning. I syvende og siste kapittel av masteroppgaven gir vi oppsummerende konklusjoner og refleksjoner, vurdering av relevans i forhold til forskningsfeltet, samt hvilke behov som finnes for videre forskning.

## **2. KONTEKSTUELL TEORI**

Det vil i det følgende presenteres et utvalg av kontekstuell teori rundt bruk av digitale verktøy i formative vurderingsprosesser, hovedsakelig i matematikk. Dette gjøres for å gi grunnlag for større forståelse rundt det sentrale fenomenet i denne masteroppgaven, og dermed skape en ramme for forskningsarbeidet.

### ***2.1 Formativ vurdering ved bruk av digitale verktøy***

Ved korrekt bruk av digitale verktøy kan man skape et «klasserom» der elever har mulighet til å samarbeide mer og læreren kan vurdere prosessene, samt skape større plass for egenvurdering. Verktøyene kan skape økt aktivitet i samtaler mellom elever og åpne opp for enklere kommunikasjon mellom elev og lærer. Den formative vurderingen som skjer ved bruk av digitale verktøy kan bidra til å dyrke valgfrihet, mestringsfølelse og selvstendighet i situasjoner. Dette er en del av læreplanverkets grunnleggende prinsipper og verdier for undervisning og tilpasset opplæring (Utdanningsdirektoratet, 2017). Elevene får tilbakemeldinger på arbeidet; hva eleven mestrer og hva som kan fokuseres mer på. De digitale læringsressursene kan bidra til at læreren enklere får utdelt tilpassede individuelle oppgaver, kontinuerlig justert vanskelighetsgrad, samt tillate en bredere plattform for diskusjoner og spørsmål (Drijvers, 2018). Digitale læringsplattformer har ulike oppgaver og simulasjoner som kan bidra til at eleven på ulike måter oppnår ønsket kompetanse. Ved å benytte digitale programvarer kan den formative prosessen forsterkes for både lærer og elev (Moltubak, 2021).

Tilbakemeldingen som gis må være tydelig, gi mening, ha klare mål og være tilpasset den enkelte elev, hvis den skal være effektiv (Hattie & Timperley, 2007). Det hevdes at det kan være det viktigste støtteverktøyet i elevenes læringsprosesser, og har vist seg mest effektiv når læreren evner å tilpasse opplæringen og klare å synliggjøre læringen gjennom elevrefleksjoner. Nettbrett kan bidra til tidsriktige tilbakemeldinger, noe som flere forskere fremhevet som den største fordelen for læring (Black & Wiliam, 1998; Hartberg et al., 2012). Elever har mulighet til å få tilbakemeldinger om de er på riktig vei mens de arbeider, samt at læreren kan bistå hvis de trenger nærmere forklaring eller veiledning. De teknologiske verktøyene gir læreren derfor mulighet til å utføre en utvidet læringsdialog (Olsen & Lekang, 2019). Den tilpassete opplæringen omhandler å kunne tilrettelegge med varierte læringsressurser, vurderingsformer, læringsaktiviteter og læringsarenaer, slik at man oppnår tilfredsstillende utbytte av læringen for elever (Utdanningsdirektoratet, 2020b).

## **2.2 Digitale verktøy og formativ vurdering i matematikk**

Når det benyttes teknologi i matematikkundervisningen, ønsker læreren å tilføre nye synsvinkler på en oppgave. Elever skal kunne bruke digitale programmer for å utvikle begrepsforståelse i matematikk, kreativt elevarbeid og selvstendighet rundt oppgavearbeid. Ved inkludering av matematiske applikasjoner oppstår muligheter som hjelpefunksjoner og rask tilbakemelding, både fra selve applikasjonen og fra lærer (Opsvik et al., 2020).

Ved å benytte digitale verktøy i undervisningen skapes muligheter for visualisering av matematikkoperasjoner, utregning og aktivitet. Dette kan igjen gi større forståelse hos elever og bekreftelse på at det de gjør er riktig eller galt (Olsen & Lekang, 2019). Det finnes forskning som viser at det er god læring i å bruke digitale verktøy i matematikkundervisningen, men det er essensielt at pedagogen utfordrer elevene til å komme med begrunnelser og argumentasjon for sine handlinger. Hvis dette ikke gjøres vil prosessen begrenses kun til handlingen (Sørensen & Levinsen, 2014).

Forskning gjort av Paul Drijvers (2015) viser at integrering av teknologi i matematikkundervisningen er utfordrende. Han påpeker at det er rom for suksess og fiasko, både på nivå med læring og undervisning. Det er tre faktorer som er avgjørende: utformingen, lærerens rolle og den pedagogiske konteksten. Forskningen til Drijvers poengterer at læreren må ta på seg et ansvar å organisere læring, ved å for eksempel syntetisere resultatene av teknologirike aktiviteter, fremheve gode verktøyteknikker og å klare å få fram erfaringer i det digitale miljøet. Fokuset må ligge på både læring og undervisning (Drijvers, 2015). Det vises også til funn der teknologi er en viktig ressurs for å hjelpe elever med å lære matematikk, på en meningsfull måte ved resonnering og kommunikasjon. Dette blir ikke effektivt praktisert i klasserommet, da lærere har mangel på kunnskap for å designe og implementere teknologibaserte leksjoner (Kartal & Çımar, 2022).

Ved å benytte teknologi i matematikkundervisningen åpner man muligheter for å gjennomføre undervisningen på mange ulike måter, med blant annet å vektlegge simulering, representasjoner og grafisk manipulasjon. Visualiseringsteknologier kan endre hvordan noen matematiske konsepter blir representert og forstått (Mishra & Koehler, 2008).

Automatisert formativ vurdering er relevant i diskusjonen rundt digitale verktøy i skolen, og omhandler vurderingen som skjer *gjennom* digitale verktøy. Det vektlegger arbeidet som blir gjort på ulike plattformer. Vurderingsmetoden kan være tidsbesparende, bidra til delingskultur, samarbeid og en bedre undervisningspraksis (Barana et al., 2015). Integrering av automatisert

formativ vurdering bidrar til flere fordeler i læringsmiljøet: lett tilgjengelige oppgaver, umiddelbar tilbakemelding, fleksibilitet og muligheter til å lære av feil og gjøre vurderingen fundamentalt forbedret i opplæringen. Forskingen poengterer også at den formative vurderingen som skjer gjennom eller i digitale verktøy, krever kompetanse fra lærerens side, samt at teknologisk kunnskap er nødvendig for å klare å se fordelene ved å integrere digitale verktøy i den formative vurderingen (Barana & Marchisio, 2016)

### **2.3 Lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse**

*Lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse* (Utdanningsdirektoratet, 2021b) er et rammeverk som er utarbeidet av utdanningsdirektoratet. Det har et tosidig mål, der det ene omhandler profesjonsutvikling og det andre om selve profesjonsutøvelsen. Rammeverket skal gi et grunnlag for kompetanseutvikling og kvalitet i lærerprofesjonen. Det skal vise til ulike kompetanser og ferdigheter, og ikke minst kompleksiteten i lærerprofesjon. Dette omhandler forståelsen av de mulighetene og utfordringene som finnes i det teknologiske samfunnet i dag. Man vektlegger i hvor stor grad lærere evner å utnytte de mulighetene som finnes i de digitale ressursene for å variere vurdering, og å forbedre og utvikle konstruktive og inkluderende læringsmiljø som er tilpasset enkeltelev og elevgrupper (Olsen & Lekang, 2019).

Rammeverket er et retningsgivende dokument som er blitt produsert for å benyttes i arbeid rundt økt kvalitet i lærerutdanningen. Det har ulike kompetanseområder, men summen av kompetanseområdene utgjør det man kaller for en profesjonsfaglig digital kompetent lærer. Satsningsområdene er: fag og grunnleggende ferdigheter, skolen i samfunnet, etikk, pedagogikk og fagdidaktikk, ledelse av læringsprosesser, samhandling og kommunikasjon, samt endring og utvikling (Utdanningsdirektoratet, 2021b).

I rammeverket står det at læreren skal utvikle seg ferdigheter for å kunne benytte digitale arenaer til å støtte samhandling og utvikling av gode relasjoner. I tillegg skal læreren tilrettelegge for godt læringsmiljø og klare å veilede elever i utvikling av gode relasjoner, både mellom lærer og elev, og elev og medelev. Læreren må innta en kritisk holdning til digital teknologi, digitale læremidler og læringsressurser, og holde fokus på utvikling av fag, undervisning og skolekultur. Man skal kunne, gjennom digitale verktøy, utvikle elevers ferdigheter i kommunikasjon og samhandling og bruke digitale plattformer for egen læring og utvikling (Kelentric et al., 2017).

For å kunne lykkes med bruk av digitale verktøy i skolen er man naturlig nok avhengig av digital kompetanse og tilgang til digitale verktøy. I følge Slette-meås (2014) er digital



kompetanse evnen til å bruke digitale programvarer på en trygg, kritisk og kreativ måte. Lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse er avgjørende for å klare å bidra til god utvikling for elever. Lærernes selvtillit og komfortsone, innenfor IKT og matematisk kunnskap, er med på å påvirke hvordan og hva lærerne underviser (Larkin et al., 2012).

### **3. TEORETISKE PERSPEKTIVER**

I dette kapittelet vil de teoretiske linsene som brukes for å svare på problemstillingen bli presentert. Disse omfatter den formative vurderingsteorien til Black og Wiliam (2009); teori rundt «affordances and constraints» i teknologien (Hadjerrouit, 2020); og det teoretiske rammeverket til FaSMEd-prosjektet (Panero & Aldon, 2016). Sistnevnte tar hensyn til aktørene (lærer, elev, medelev), funksjonaliteter i teknologien og de formative vurderingsstrategiene til Black og Wiliam. FaSMEd-rammeverket inkluderes dermed i stor grad gjennom de to første teori-linsene for denne forskningen.

«Affordances and constraints» vil i det videre omtales som handlingsmuligheter og begrensninger.

#### ***3.1 Den formative vurderingsteorien***

Black & Wiliam er svært anerkjente innen forskningsfeltet for formativ vurdering. Deres formative vurderingsteori er bygd opp av tidligere forskningsarbeid de selv har gjennomført (Black, 2007; Black et al., 2003; Black et al., 2004; Black et al., 2006; Black & Wiliam, 1998, 2010; Wiliam, 2000, 2007, 2009; Wiliam & Thompson, 2007), samt annen relevant teori, som gir ytterligere trygghet rundt konklusjonene den formative vurderingsteorien tilbyr. Blant annet er Ramaprasad's (1983) tre nøkkelprosesser (hvor er den lærende nå, hvor skal den lærende, og hvordan får vi den lærende dit?), en del av oppbygningen til de fem nøkkelstrategiene (Figur 1) til Wiliam & Thompson (2007). I tillegg påpekes fem hovedaktiviteter, som er mye brukt ved tidligere arbeid rundt formativ vurdering, som nødvendige for å gjennomføre nøkkelstrategiene. Disse fem hovedaktivitetene besto av:

1. Dele kriterier for suksess med elever
2. Spørsmål i klasseromsundervisning
3. Markere kun med kommentarer
4. Medelev- og egenvurdering
5. Formativ bruk av summative tester

(Black et al., 2003; Wiliam, 2000, 2007)

Målet med utviklingen av den formative vurderingsteorien var ikke bare å styrke eksisterende funn med ny teori, men også se kritisk på eksisterende teori. Det påpekes blant annet i deres utredning, at arbeidet til Hattie & Timperley (2007) mangler diskusjon rundt tilbakemeldingens påvirkning på elevenes læringsorientering. De trekker inn forskning som bekrefter de negative effektene, som karakter, konkurranse og bedømmelse, har på elevenes fokus rundt konstruktive råd for forbedring (Butler, 1987, 1988; Dweck, 2000). Nøkkelstrategiene utviklet av Wiliam &

Thompson (2007) skal bistå læreren i å legge til rette for læring i den formative vurderingsprosessen (Figur 1).

	Hvor skal eleven?	Hvor er eleven akkurat nå?	Hvordan kommer eleven seg dit?
Lærer	1. Avklare læringsmål og kriterier for suksess	2. Tilrettelegge for effektive klasseromsdiskusjoner og andre læringsoppgaver som samler bevis for elevforståelse	3. Gi tilbakemelding som sørger for læringsprogresjon
Medelev	• Forstå og dele læringsmål og kriterier for suksess	4. Aktivisere elever som lærende ressurser for hverandre	
Elev	• Forstå læringsmål og kriterier for suksess	5. Aktivisere elever som eier av deres egen læring	

Figur 1: De fem nøkkelstrategiene i den formative vurderingsteorien (oversatt til norsk fra forfatterne)(Wiliam & Thompson, 2007)

Black & Wiliam (2009) nevner i sin utredning at tester som er designet for å betjene en summativ funksjon tilbyr måter å samle læringsbevis på. Disse kan, dersom de brukes riktig, benyttes i formative vurderingsprosesser (for eksempel tilbakemelding), som deretter resulterer i læring. Samtidig viser forskning gjennomført av Shute (2008), Hattie og Timperley (2007) at tilbakemelding kun kan bidra til læring dersom den er formulert, levert og innrammet på en måte som gjør at elevene blir invitert inn i et aktivt engasjement i tilbakemeldingene (Havnes et al., 2012). Det er derfor tydelig at man ikke kan påstå at en tilbakemelding er det samme som formativ vurdering, da tilbakemelding ofte er det første skrittet mot formativ vurdering. Dette avhenger av at elevene har en mulighet til å forbedre prestasjonen og læring om den skal være formativ (Wiliam, 1999). Tilbakemeldingene bidrar i de fleste tilfeller å kommunisere kriterier for suksess (som er en del av de fem nøkkelstrategiene).

### 3.2 Affordances/handlingsmuligheter og constraints/begrensninger

Konseptet bak affordances, som i resten av masteroppgaven vil bli referert til som handlingsmulighet, ble utviklet av Gibson (1979). Konseptet skulle forklare interaksjoner mellom en målorientert aktør og et objekt i miljøet med tanke på hva objektet kan muliggjøre for aktøren (Gibson, 2014). Med andre ord, mulige handlinger for å møte aktørens mål.

Majchrzak & Markus (2012) har en ganske lik forklaring; de uttrykker en teknologisk handlingsmulighet som et aksjonspotensiale som kan utnyttes av et individ som har et spesifikt mål med teknologien. Ifølge Gibson (1979) oppstår handlingsmuligheter i forholdet mellom aktøren og objektet som deltar i interaksjonen. Samtidig er ikke handlingsmuligheter egenskapene til objektet, og de er uavhengige av aktøren. Handlingsmulighetene er verken objektive eller subjektive egenskaper, de er relasjonelle konsepter i form av potensielle interaksjoner mellom mennesker og teknologi (Hadjerrouit, 2020; Majchrzak & Markus, 2012).

Handlingsmulighetene kommer dog ikke uten begrensninger, for når en handlingsmulighet finnes, vil noe annet simultant begrenses. En teknologisk begrensning forklares som måter et individ kan bli holdt tilbake fra å nå spesifikke mål ved bruk av teknologien (Majchrzak & Markus, 2012). Dette vil si at handlingsmulighetene og begrensningene ikke kan skilles, fordi handlingsmulighetene er komplementære og ikke det motsatte av begrensningene (Brown et al., 2004). Majchrzak og Markus (2012) forklarer også at handlingsmuligheter og begrensninger best kan formuleres ved å bruke aksjonsverb, altså handlinger, slik som «informasjonsdeling» eller «arbeide når og hvor som helst». Konseptet bak handlingsmuligheter ble introdusert for interaksjon mellom menneske og teknologi av Norman (1988), for å forklare de oppfattede og faktiske egenskapene til det digitale verktøyet for å kunne oppdage hvordan det kunne brukes.

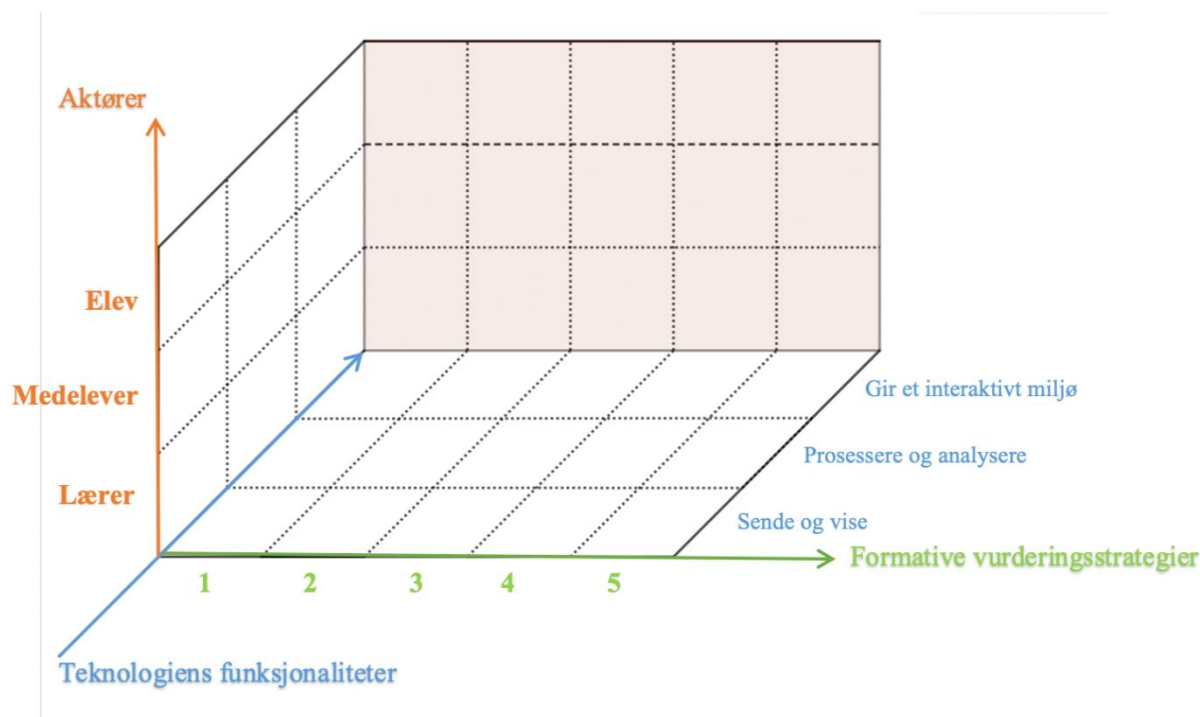
Det finnes flere studier om handlingsmuligheter og begrensninger i utdanningsituasjoner som refererer til Norman (1988) og Gibsons (1979) arbeid. I disse studiene er det utformet flere forskjellige inndelinger, i forhold til hva som skal undersøkes relatert til handlingsmuligheter og begrensninger. Eksempler på disse er Kirchner et al. (2004), som utviklet en definisjon bestående av tre inndelinger for handlingsmuligheter: teknologiske handlingsmuligheter, handlingsmuligheter for utdanning og sosiale handlingsmuligheter. Chiappini (2013) på den andre siden, delte definisjonen i oppfattede, ergonomiske og kulturelle handlingsmuligheter for det digitale programmet «Alnuset» i algebra. Hadjerrouit (2017) foreslo to typer handlingsmuligheter på fem forskjellige nivåer i lærerutdanning, disse var: teknologiske på ergonomisk og funksjonelt nivå, samt pedagogiske på elev, klasserom og emnenivå.

Hadjerrouit (2020) utviklet en modell for handlingsmuligheter og tilhørende begrensninger som kan oppstå på fem forskjellige nivå: teknologisk nivå, elev eller matematisk oppgavenivå, klasseromsnivå eller elev-lærer interaksjonsnivå, matematikkemnenivå og vurderingsnivå.

### ***3.3 Det teoretiske rammeverket til FaSMEd-prosjektet***

FaSMEd står for «Formative Assessment in Science and Mathematics Education», og var et Europeisk forskningsprosjekt som forgikk fra 2013 til 2015. Prosjektet skulle produsere et sett med verktøy og metoder for å støtte utviklingen av praksis fra et profesjonelt lærerutviklingsperspektiv, bygge formative vurderingstilnærminger ved bruk av teknologi, og spre forskningsresultatet på nettressurser og profesjonelle forskningspublikasjoner. Det ble laget en «verktøykasse» som skulle hjelpe lærerne innenfor bruk av teknologi og formativ vurdering (FaSMEd, 2023b; Panero & Aldon, 2016). I dette prosjektet benyttet de seg av forskningsdesign utviklet av Swan (2014), som baseres på formativ tilnærming til forskning. Verktøyet er tenkt, designet, utviklet og raffinert gjennom ulike operasjoner ved bruk av observasjon, analyse og redesign, der man til slutt systematisk ser på tilbakemeldingene fra sluttbrukere (Swan, 2014).

FaSMEd har utviklet en tredimensjonal modell (Figur 2), som tar hensyn til tre elementer for formativ vurdering i et teknologirikt miljø (aktører, formative vurderingsstrategier og teknologiens funksjonaliteter). På teknologisiden av modellen finnes tre funksjonaliteter, som er oversatt fra engelsk av oss til «sende og vise», «prosessere og analysere» og «gir et interaktivt miljø». «Sende og vise» representerer hvordan man kan, ved bruk av teknologi, forbedre kommunikasjon og klasseromsdiskusjoner. Dette kan blant annet gjøres gjennom interaktive tavler, der læreren viser elevene oppgaver som skal gjøres (FaSMEd, 2023a).



Figur 2: FaSMEd-modell (FaSMEd, 2023a) (Modell laget av forfatterne)

«Prosessere og analysere» omhandler hvordan man benytter seg av ulike applikasjoner som er generert for å gi elevene tilbakemeldinger, enten fra selve applikasjonen eller fra læreren. Man kan også se på elevenes svar og statistisk følge effekten av undervisning eller måloppnåelse. «Gir et interaktivt miljø» skal, gjennom teknologi, hjelpe å bidra til selvstendig læring eller samarbeid med medelever. Teknologien skal bidra til at man alene, eller sammen, kan skape et miljø hvor matematisk innhold blir utforsket (FaSMEd, 2023a).

Panero og Aldon (2016) deltok i forskningsprosjektet FaSMEd. De så på hvordan de tre funksjonalitetene i teknologien (sende og vise, prosessere og analysere og mulighetene for et interaktivt miljø), kunne krysses med nøkkelstrategiene i formativ vurdering (Black & Wiliam, 2009) og med aktørene (lærer, elev og medelev). De skulle prøve å bevise at digital teknologi endrer vurderingssituasjoner i klasserommet når lærere mestrer den, spesielt med tanke på implementering av formative vurderingsstrategier. Dette gjorde de også ved å diskutere hvordan og i hvilken grad dette skjer med hensyn til de forskjellige aktørene involvert (Panero & Aldon, 2016).

Flere artikler viser til FaSMEd-rammeverket, der de benytter digitale verktøy for å aktivisere formative vurderingsprosesser i matematikkundervisningen (Aldon et al., 2017; Thompson et al., 2018). Blant annet forskning gjort av Cusi, Morselli og Sabena (2017), som avslører at formative vurderingsstrategier oppstår i typiske mønstre når digitale arbeidsark implementeres

i undervisningen. Staberg et al. (2023) undersøkte i en case-studie, hvordan lærere interagerer med både analoge og digitale ressurser i naturfagsklasserommet for formative vurderingsårsaker. I undersøkelsen var deltakerne lærere som hadde deltatt i FaSMEd-prosjektet. De konkluderte med at både analoge og digitale ressurser var viktige for formative vurderingsstrategier. Aldon, Cusi, Morselli, Panero og Sabena (2017) konkluderer i sitt arbeid, med at FaSMEd og vurderingsstrategiene er med på å påvirke kvaliteten av tilbakemeldingene som fremkommer i klasseromsinteraksjoner. FaSMEd-modellen (Figur 2) gjorde det mulig å beskrive og analysere de formative vurderingsleksjonene fra både et statisk og dynamisk perspektiv, med tanke på både læreren, formativ vurdering og teknologi. De oppsummerer med å kalle modellen en tilrettelegger for hele prosessen. De fremhever også sammenhenger mellom de ulike funksjonene i teknologi og formative vurderingsstrategier. Muligheten gitt av teknologi til å lagre data og enkel manøvrering, er viktige funksjonaliteter som lærere kan bruke til å forbedre sine undervisningsstrategier. De avslutter artikkelen med å poengtere hvor viktig teknologi er, med tanke på lærerens faglige utvikling, der teknologi gjør det mulig å forbedre undervisningen med strategier som inkluderer formativ vurdering (Aldon et al., 2017).

## **4. FORSKNINGSMETODE**

I følgende kapittel av masteroppgaven vil det framgå hvilke vitenskapsteoretiske betraktninger som ligger til grunn for innhenting av data og behandling av disse. Inkludert i redegjørelsen er gjennomgang av metodevalg og kriteriene for utvalget. Deretter vil vi presentere styrker og svakheter i metodevalgene, datainnsamlingen og analysen. Kapittelet inkluderer drøfting rundt forskningsetiske aspekter, samt hensyn til personvern.

Metodetriangulering benyttes som forskningsmetode, denne vektlegger både kvalitativ og kvantitativ forskning (Figur 3). Den kvalitative delen av designet består av intervju, mens den kvantitative er spørreundersøkelse. Metodetriangulering hører til mixed methods, som er forskning bestående av innsamling, analyse, tolkning og konklusjoner på bakgrunn av kvalitative og kvantitative data (Johannessen et al., 2021, p. 262). Mixed methods benyttes for å inkludere både lærer- og elevperspektiv i diskusjonen rundt rollen teknologien har for å støtte formativ vurdering i matematikk.

### ***4.1 Vitenskapsteoretiske betraktninger***

Kvalitativ forskning er i de fleste tilfeller basert på datainnsamling fra noen få individer eller en gruppe som har felles egenskaper. Dette er årsaken til at forskningen har en tendens til å være rettet mot det kontekstuelle unike og mot betydningen av de aspektene ved virkeligheten som undersøkes (Johannessen et al., 2021). Mennesker er forskjellige, og de vil derfor vektlegge forskjellige faktorer i forskjellige situasjoner. Problemstillingen avhenger derfor i stor grad av hvordan man betrakter verden eller virkeligheten (Postholm & Jacobsen, 2011, pp. 26-27). Forskningen i denne masteroppgaven tar utgangspunkt i empiri, noe som ble erfart i praksis- eller jobbsituasjon, derav kan man ikke med trygghet anta at det er sikker kunnskap (Høgheim, 2020). Dersom svaret på problemstillingen ikke stemmer med forventningene, er det likevel empirien, altså representasjoner av virkeligheten, som skal være utslagsgivende (Dalland & Keeping, 2020).

Med utgangspunkt i vitenskapsteoretiske syn blir det vurdert tre ulike oppfatninger av hva som er virkeligheten i forhold til problemstillingen: positivisme, konstruktivisme og pragmatisme. Denne tredelingen er ganske forenklet klassifisering, ment for å synliggjøre hovedforskjeller på virkelighet (ontologi) og kunnskap (epistemologi) (Postholm & Jacobsen, 2011).

Konstruktivismen er i en viss grad aktuell i denne masteroppgaven, da vi ser forskjeller mellom ulike individer i forskjellige sammenhenger (Postholm & Jacobsen, 2011). Vi vil ikke få like svar og resultater i alle intervjuer, selv om spørsmålene som stilles er de samme. Flere av



spørsmålene i intervjuguiden er formulert ut fra et konstruktivistisk ståsted, da de er rettet mot bestemte situasjoner og bestemte prosesser. Samtidig kan det være noe fra positivismen som spiller inn på generelle trekk i digital formativ vurdering. Ut fra et positivistisk ståsted vil digital formativ vurdering være et generelt fenomen, og forskning vil dermed utvise visse fellestrekk på tvers av tid og sted. I positivistisk ståsted vil det ikke være mulig å definere konkret hva digital formativ vurdering er og hvordan det fungerer, men sentrale trekk kan avdekkes og analyseres (Postholm & Jacobsen, 2011, p. 27). Da utvalget av respondenter i vår oppgave er av liten størrelse, er det ikke mulig å trekke noen generaliserende konklusjoner.

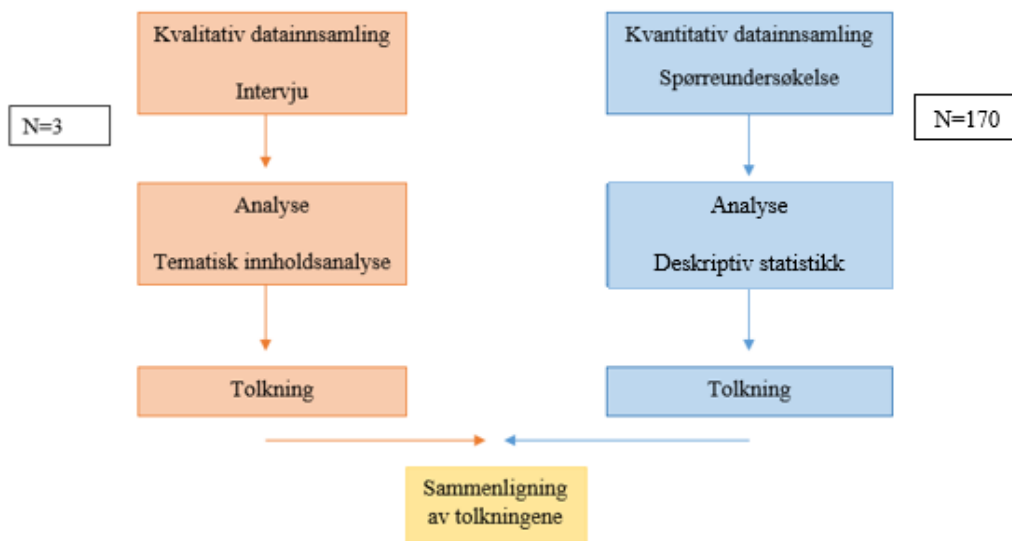
Det ble i denne masteroppgaven gjennomført en kvantitativ spørreundersøkelse i informantenes matematikklasser og andre elever rundt om i landet. Dette går mot en pragmatisk tilnærming, der virkeligheten delvis kan måles, dog noe ufullstendig (Postholm et al., 2018). Pragmatismen gir mening i forskningen, da pragmatisme i forbindelse med læreryrket ofte handler om å stille spørsmål som «hva skal jeg gjøre for å løse ...? hva skal jeg gjøre for å forbedre ...?» (Postholm & Jacobsen, 2011, p. 29). Dette er relevant for vår problemstilling, da et av målene med arbeidet er å se hvilken rolle digitale verktøy spiller for den formative vurderingen i matematikk. Med en pragmatisk tilnærming vil handlinger i praksis alltid stå sentralt, da man ikke kan tilegne seg kunnskap om verden uten å interagere direkte med den verden vi ønsker å få kunnskap om (Dewey, 2005). Vår forkunnskap er skapt gjennom tenkning eller resonnering.

Siden det forskes på andre menneskers opplevelser/meninger innenfor pedagogisk og didaktisk forskning, oppfylles fokuskravene for et fenomenologisk forskningsdesign (Høgheim, 2020). Vi benytter en fenomenologisk tilnærming, da vi i hovedsak beskriver fellestrekk ved ett eller flere fenomen – for en bestemt gruppe mennesker, som er basert på deres opplevelser og erfaringer (Cresswell, 2013).

#### ***4.2 Mixed Methods research- metodetriangulering***

Forskningsarbeidet vårt består av mixed methods research (MMR). Herunder finnes flere forskjellige metoder, slik som metodetriangulering, forklarende design, utforskende design og integrert design, ifølge Cresswell & Plano Clark (2018). Forskningen vår består av metodetriangulering (Figur 3). Denne metoden innebærer å gjennomføre kvalitativ og kvantitativ datainnsamling, der resultatene sammenslås for å sammenligne, samordnes eller validere resultatene (Cresswell & Plano Clark, 2018). Fortolkningen av dataformatene (kvantitativ og kvalitativ) har lik vektlegging. Dette bidrar til flere innfallsvinkler for å svare på vår problemstilling (Johannessen et al., 2021). Datamaterialet ble samlet inn rundt samme

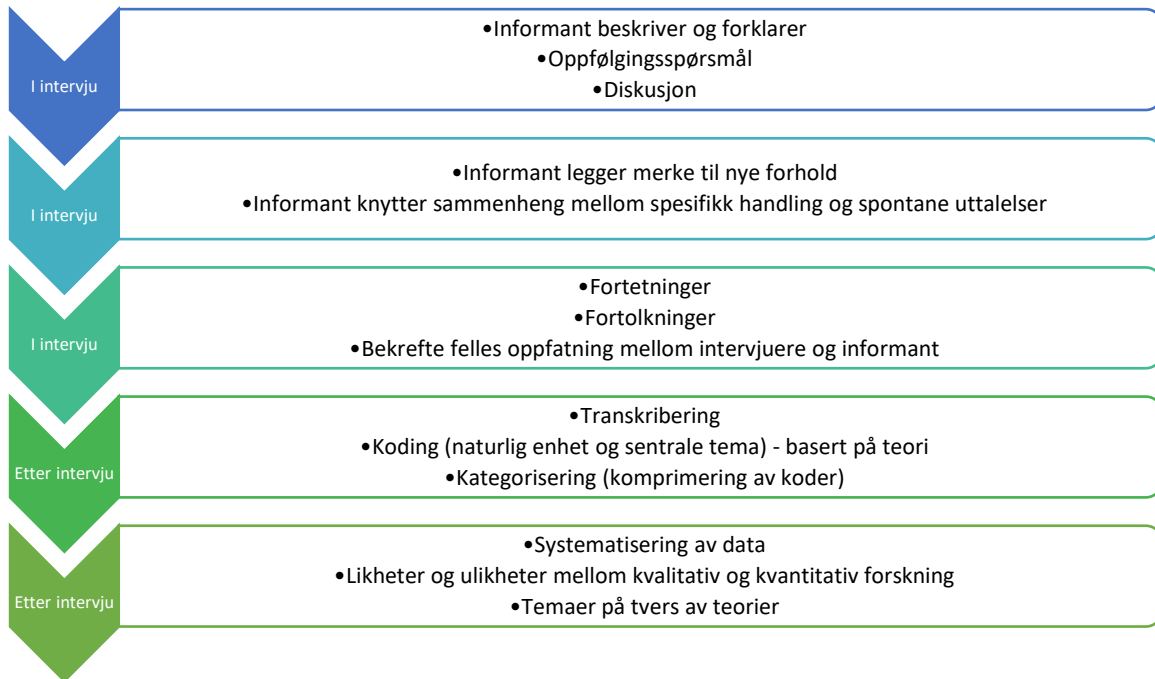
tidspunkt, men analysert hver for seg. Det var ikke ønskelig å analysere datamaterialet sammen, da det ble benyttet ulike spørsmål i kvantitativ og kvalitativ undersøkelse, omkring samme fenomen. Den kvalitative datainnsamlingen hadde fokus på lærernes perspektiv rundt bruk og kunnskap om digitale verktøy, samt formativ vurdering. På den andre siden tok den kvantitative datainnsamlingen for seg elevperspektivet på digitale verktøy i matematikk, med formativ vurdering som rød tråd. Metodetriangulering ble benyttet for ønske om å validere og sammenligne våre funn (Cresswell & Plano Clark, 2018).



Figur 3: Metodetriangulering, inspirert av Cresswell og Plano, 2018

De kvalitative dataene hadde behov for organisering og ble derfor analysert ved bruk av tematisk innholdsanalyse. Analysemetoden ga rom for å lete etter informasjon i det uttalte (Anker, 2020, p. 40). SPSS er en programvare for statistisk dataanalyse, som ble benyttet for å analysere det kvantitative datamaterialet. Data fra observasjoner ble brukt som supplement ved behov, for å styrke eller svekke ulike utsagn eller påstander.

### 4.2.1 Tematisk innholdsanalyse av kvalitative data



Figur 4: Tematisk analyse av kvalitative data

Analysen inneholdte fem overordnede trinn (Figur 4) (Kvale et al., 2015). Det første trinnet foregikk under intervjuene, der intervjupersonene beskrev sine situasjoner og meninger. Det semistrukturerte intervjuet åpnet for spontan samtale, med fortolkninger eller forklaringer fra intervjueren og intervjuinformanten i form av oppfølgingsspørsmål og diskusjon rundt temaet. Det neste steget foregikk når intervjuinformanter selv la merke til nye forhold i løpet av intervjuet, der de mulig knyttet sammenheng mellom det de hadde gjort og det de sa, basert på egne spontane uttalelser. I det tredje trinnet foretok vi som intervjuere fortetninger og fortolkninger av meningen med det vi sa, for å gi intervjuinformanten en mulighet til å svare om det vi sa ble oppfattet riktig. Deretter ble intervjuene i det fjerde trinn tolket. Dataene fra intervjuene ble transkribert og vi gikk deretter gjennom datamaterialet hver for oss for så å gå gjennom inndelingen av sentrale temaer og naturlige enheter sammen. På denne måten kunne vi inngå kompromisser rundt materialet, dersom vi skulle ha forskjellige syn på hva som var viktig, og vi fikk komprimert data og fant essensen i datamaterialet (Kvale et al., 2015). Intervjuet ble strukturert for analyse gjennom transkribering. Intervjuinformanters egne forståelser ble tydelige, og vi kunne dermed presentere nye perspektiver på fenomenet.

I siste trinn ble det utarbeidet et skjema som inneholdt likheter, ulikheter og refleksjoner rundt allerede dannede sentrale temaer (Vedlegg 6: Likheter og ulikheter – dataanalyse). Dette var

for å skape en oversikt over hvilke likheter og ulikheter vi kunne se mellom våre intervjuinformanter. Det ble også utviklet et skjema for analyse av datamaterialet, der vi tok hensyn til de formative vurderingsstrategiene FaSMEd og teorien rundt handlingsmuligheter og begrensninger (Aldon et al., 2017; Black & Wiliam, 2009; Hadjerrouit, 2020) (Vedlegg 7: Funn i lys av teori – dataanalyse). Ved utfylling av dette skjemaet ble det vurdert hvilke aktører som var aktuelle, handlingsmulighetene og begrensningene som kunne forekomme i teknologiens funksjonaliteter, og hvilke formative vurderingsstrategier de ulike sentrale temaene havnet innenfor. Skjemaet inneholdt svar og direktesitat fra lærere og elever, som deltok i undersøkelsen fra de to ulike skolene.

#### **4.2.2 Kvantitativ dataanalyse**

De kvantitative dataene fra spørreundersøkelsen ble kodet i nettskjema ved å aktivere kodeboken og fylle ut variabelnavn og numeriske verdier for svaralternativene. På denne måten ble variabelnavnet med som kolonnetittel i den eksporterte rådatafilen, med tilhørende svarverdier. Som en del av dokumentasjonen til studien ble kodeboken lagret som tekstfil. Deretter ble tabseparert tekstfil (utf-8) og SPSS-syntaksfil lastet ned fra [www.Nettskjema.no](http://www.Nettskjema.no) og importert direkte inn i SPSS Statistics version 27.

Når dataene var overført til programmet for statistisk analyse (SPSS), kunne vi rydde i dataene ved å ekskludere deltakere som hadde svart «nei» på spørsmål om deltakelse (for å ikke ha flere deltakere enn svar). Det ble også besluttet å fjerne deltakere som hadde valgt samme alternativ gjennom hele undersøkelsen, da disse mest sannsynlig ville være feilkilder. Vi gjennomførte en vurdering av svarene disse elevene hadde gitt på de åpne spørsmålene. Vurderingen ga et godt bilde på om deltakerne hadde lest spørsmålene eller om de var motivert for å besvare undersøkelsen. Det ble viktig å ekskludere disse eventuelle feilkildene fra det endelige datamaterialet, grunnet vårt begrensede utvalg av respondenter. Et mindre utvalg gir økt risiko for feil, da hver enkelt respondent har større påvirkning på endelig resultat, som kan lede til uriktige konklusjoner.

Vi valgte deretter å sammenligne resultater på tvers av undersøkelsene og de ulike trinnene. I første omgang handlet dette mest om deskriptive data, frekvenser i denne sammenheng, altså hvor ofte elevene har valgt de forskjellige svaralternativene. Alle spørsmål ble undersøkt for hvor mange elever som hadde valgt de forskjellige svaralternativene, både i frekvens (n) og prosent, samt grafiske fremstillinger i kakediagram og søylediagram. Siden dataene i all hovedsak forholdte seg til ordinalnivå, var det noen begrensninger for hvilke analyser som

kunne velges. For å få god oversikt benyttet vi søylediagram som var «clustered», som inkluderte verdiene på de forskjellige skolene i diagrammet.

Det ble gjennomført en ikke-parametrisk test i SPSS Statistics for alle spørsmålene, kalt Kruskal-Wallis test. Denne testen ga oss mulighet til å se om det var signifikante forskjeller mellom utvalgene (skole «R», skole «M» og den generelle undersøkelsen, «G») på alle spørsmål. Testen la også fram en type visuell fremstilling, som viste hvor majoriteten av hvert utvalg befant seg på svarskaalen, som ble valgt for variasjon i kapittel 5.

### ***4.3 Utvalg***

For å gi støtte til en grundig datainnsamling var det ulike krav til intervjuinformanter og deltakere i spørreundersøkelsen. Det vil i dette underkapittelet redegjøres for hvilke informanter og kriterier som fantes for deltakelse.

#### ***4.3.1 Intervjuinformanter***

I informantutvalget til intervjuet ble det stilt krav til fullført lærerutdanning, da det skulle forskes på bruk av formativ vurdering og digitale verktøy i matematikk. Dersom intervjuet hadde blitt gjennomført på vikarer eller ufaglærte, ville forskningen mangle grunnlag til å gi tilfredsstillende svar på vår problemstilling. Det ville heller ikke vært fundament for å kunne dra slutninger for «lærere» på generell basis. Et annet kriterium var at lærerne arbeidet på ungdomsskolen og hadde matematikk som fag, både i utdanningsammenheng og i arbeid. Det var også et krav om at lærerne benyttet seg av digitale verktøy i sin matematikkundervisning. Det ble derimot ikke stilt krav til hvilken grad de benyttet disse, eller hvilken erfaring de hadde med digitale programvarer.

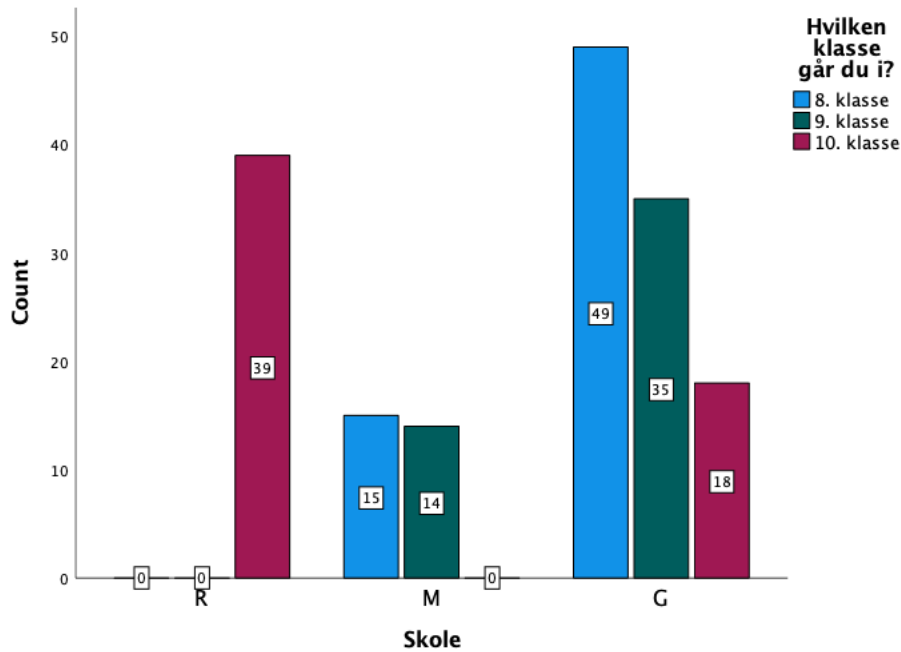
Det ble gjennomført totalt seks intervjuer av tre informanter, et «preintervju» og deretter et spesifikt intervju basert på FaSMEd-prosjektet (Aldon et al., 2017). Informantene som deltok, besto av tre kvinner med allmennlærerutdanning, med matematikk som hovedfag. Alle tre hadde videreutdanning og/eller kurs i tillegg til den generelle allmennlærerutdannelsen. En hadde tatt programmering, en masterutdanning innenfor matematikkdiraktikk og en hadde flere utdanningstillegg innenfor blant annet IKT, formativ vurdering og programmering. Alle har i tillegg jobbet som lærere etter endt utdanning og var ferdig i perioden 2003 til 2008. Informantene rullerte på klassetrinn hvert år og hadde god erfaring innenfor alle tre trinn på ungdomsskolen.

#### ***4.3.2 Deltakere i spørreundersøkelsen***

Når det gjelder deltakere til spørreundersøkelsen var kriteriene at elevene benyttet seg av digitale verktøy i undervisningen, enten ved bruk av iPad eller PC. Siden vi hadde inkludert

spørsmål rundt GeoGebra var det positivt om elevene gikk i 10.trinn og hadde erfaring fra applikasjonen i forkant. Siden det ble utfordrende å få gjennomført spørreundersøkelsen kun med elever på 10.trinn, valgte vi å gjennomføre den for en av informantene sine 8. og 9. klasser også.

Utvalget for spørreundersøkelsen var på totalt 68 elever, fordelt på to skoler lokalisert i Midt- og Nord-Norge. Herav i to klasser på 10.trinn (39) på en skole, og en klasse for hvert av trinnene 8. (15) og 9. (14) på den andre skolen. Disse var matematikklasser til intervjuinformanter. Alle elevene hadde god kjennskap til digitale programvarer og benyttet det hyppig i de fleste fag. Undersøkelsen for 10. trinn ble gjennomført i to ulike matematikkøker, der forskerne var til stede under gjennomføringen. Samtidig ble undersøkelsen sendt ut til flere skoler rundt om i landet (30) for å få et mer dekkende datagrunnlag for sammenligning, med totalt 102 deltakere. Skolene som deltok rundt om i landet ble funnet via kommunenes hjemmesider og Facebook. Det ble sendt e-post til skolene ved å bruke rektors mailadresse, samt skolens, med informasjon om prosjektet og spesifikke instruksjoner. Det ble i tillegg delt informasjon om prosjektet på en Facebook-side for ungdomsskolelærere, som kunne be om lenken til undersøkelsen. Totalt av gjennomførte spørreundersøkelser gjennom datainnsamling, deltok 177 elever på ungdomsskoletrinn. Fordelingen fremkommer i Figur 5. Av de 177 deltakerne er syv fjernet fra dataene, da de enten har svart «nei» på å delta, eller hadde like svaralternativ på alle spørsmålene. Alle syv deltakere som er fjernet svarte på den generelle undersøkelsen. Dette gir et totalt antall deltakere på  $n=170$ . Deltakerskolene som har klasser tilhørende lærerne som ble intervjuet er merket som «R» (intervjuinformant 1 og 2) og «M» (intervjuinformant 3), mens deltakerne fra den generelle undersøkelsen er merket som «G».



Figur 5: Antall deltakere i spørreundersøkelsen (skole R, skole M og Generell)

Når vi delte lenke til skolene for gjennomføring av spørreundersøkelse ble det opprettet en ny undersøkelse på Nettskjema.no, der elevene selv kunne «huke av» om de ønsket å delta eller ikke. Valgte de «nei» ble undersøkelsen direkte avsluttet, og ingen data ble samlet inn. Begrunnelsen for dette var at vi ikke ønsket svar fra elever som var useriøse eller umotiverte til å besvare undersøkelsen, da dette kunne påvirke våre resultater og gi rom for feilkilder.

#### 4.3.3 Ulike applikasjoner

Under vil vi redegjøre for ulike programvarer som ble nevnt i intervju og spørreundersøkelse. Applikasjonene som ble mest vektlagt var GeoGebra, Showbie og Kikora. I dette underkapittelet er det en kort beskrivelse av programvarene og handlingsmulighetene og begrensningene som eksisterer i de ulike applikasjonene.

#### GeoGebra

Programvaren GeoGebra er en dynamisk matematisk programvare som bringer geometri, algebra, grafer, statistikk og kalkulus sammen i en og samme maskinvare. Programvaren tilbyr en samarbeidsplattform, «GeoGebra Classroom», der elevprogresjon kan overvåkes i sanntid. Det er også blitt den ledende leverandøren av dynamisk matematikkprogramvare, som støtter naturfag, teknologi, ingeniørfag og matematikk (STEM) utdanning og innovasjoner innen undervisning og læring over hele verden (GeoGebra, 2022). GeoGebra tilbyr funksjonen «Exam Mode» i hver enkelt applikasjon (for eksempel Calculator Suite, CAS, Graphing, GeoGebra Classic osv.). Ved å bruke det eksakte GeoGebra-programmet elevene er vant med

å bruke, både når de er på skolen og hjemme, vil elevene ha større nytte av det siden de har god trening med applikasjonen. «Exam mode» låser mobile enheter slik at elevene ikke kan kommunisere med hverandre eller bruke andre applikasjoner i en prøvesituasjon. Denne applikasjonen blir blant annet nevnt i intervjuet da vi ønsker å se om informantene er opplyst rundt alle mulighetene som finnes i denne applikasjonen.

Læreren har tilgang til å se arbeidet til elevene i sanntid ved bruk av Geogebra Classroom, og/eller funksjonen «Exam Mode». Elevene kan velge å «vise fremgangsmåte» i Geogebra, som er en oversikt over de operasjonene de har gjennomført i oppgaven. En annen fordel med Geogebra er at elevene kan bruke internett-versjonen for lett tilgang, uten noe form for installasjon.

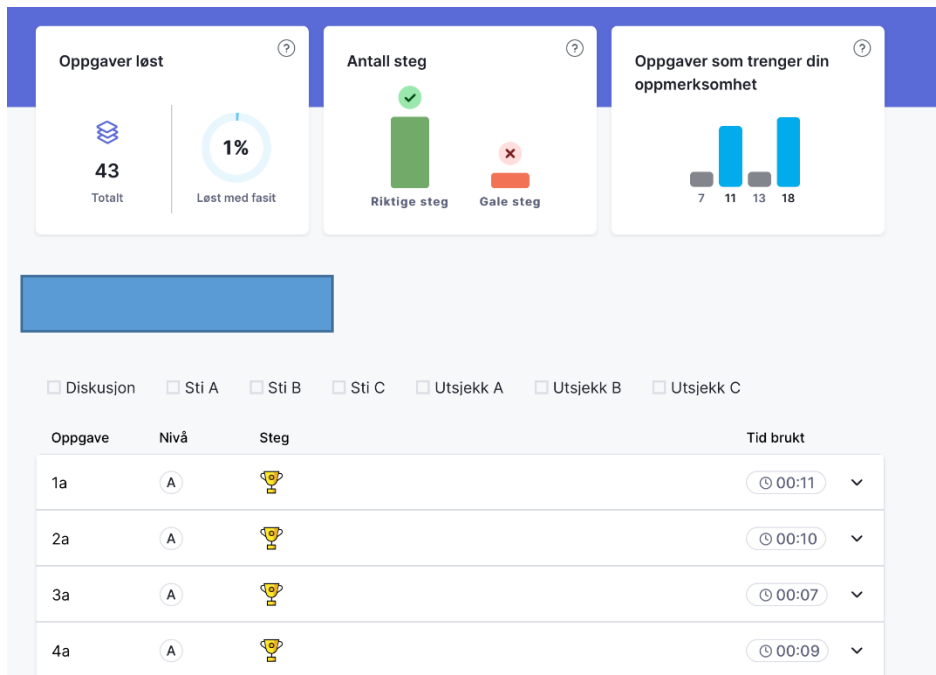
En begrensning i programmet er at det ikke tilbys umiddelbar tilbakemelding på om det er riktig eller galt svar, men tilbyr umiddelbart svar på formler og uttrykk ved å gi svar i form av tall og symboler eller ved representasjoner som for eksempel grafer og figurer. Samtidig er den største begrensningen til Geogebra mangelen på «hjelp» i programmet, dersom elever står fast i en oppgave. Det finnes ikke funksjoner som kan gi elevene direkte tilbakemelding dersom de har skrevet noe som programmet vurderer som ukorrekt i forhold oppgaveteksten. Dette kan ha bakgrunn i at generell bruk av Geogebra ikke inkluderer selve oppgaveteksten. Det er mer et verktøy som gir deg muligheten til å løse oppgaven, uten retningslinjer for hvordan du skal gå frem. Disse retningslinjene må gis gjennom undervisning og trening i programmet. Vedlegg 8: GeoGebra – handlingsmuligheter og begrensninger, inneholder en mer systematisk organisering for hvilke handlingsmuligheter og begrensninger applikasjonen GeoGebra skaper på de ulike nivåene.

### **Kikora**

Kikora tilbyr et heldigitalt komplett læreverk, som ikke er koblet opp mot et forlag. Plattformen gir elever mulighet til å utforske alle temaene i den nye læreplan, LK20. Det innebærer blant annet problemløsninger, matematiske samtaler, algoritmisk tenking og utforskning av sammenhenger. Kikora tilbyr også ulike oppgaver for å skape refleksjon og diskusjon i klasserommet. Elevene kan selv velge læringsløyper, eller de kan få tildelt fra lærer. Som lærer kan man gjennom Kikora få innsikt i hva klassen har arbeidet med, hva hver enkelt elev har gjort og hvordan arbeidet med fagstoffet gikk. Lærere får tilgang til rapporter, både innenfor enkeltelev og som klasse. Verktøyet tilbyr også en egen læringsanalyse for lærere, som



informerer om måloppnåelse til elev og hva de har gjort, både i en formativ og summativ kontekst (Kikora, 2023).



Figur 6: Utklipp fra tidligere praksislærer sin rapportoversikt på Kikora (godkjent tillatelse)

Figur 6 viser et utklipp fra en rapport som ble hentet inn i forbindelse med en tidligere eksamensoppgave. Dette er en oversikt over enkeltelevarbeid hvor læreren får overblikk på hvordan eleven har prestert, hva som trengs mer oppmerksomhet på, hvor mange oppgaver som ble løst med fasit og hvor god tid eleven har tatt seg. Det er en veldig oversiktlig rapport, der man enkelt kan hente ut nødvendig informasjon.

En av begrensningene i Kikora er at det ikke er mulighet til å gi direkte tilbakemelding fra lærer til elev. Det vil si at tilbakemeldingen som blir gitt, gis av en programmert mattemotor. Skal læreren gi tilbakemelding på elevenes arbeid må dette gjøres muntlig eller via en annen plattform. Vedlegg 9: Kikora – handlingsmuligheter og begrensninger, gir en mer systematisk oversikt over handlingsmulighetene og begrensningene som fins i Kikora.

## Showbie

Showbie er et digitalt nettverk for skoleverk, lærere og elever. I nettverket gis mulighet for tildeling av oppgaver, tilbakemeldinger og kommunikasjon med skole, elev og hjem. Applikasjonen kan benyttes på nettbrett, telefon og PC (Showbie, 2023).

Tilbakemeldingsfunksjoner gir personlige og differensierte meldinger, slik at elever kan få den hjelpen hver enkelt trenger, både på skolen og hjemme. Lekser kan leveres, enten i lydfil eller

som tekstfil og lærer kan enkelt se eller høre på svarene. Læreren kan enkelt og effektivt gi de nødvendige tilbakemeldingene til hver enkelt. I tillegg kan det fungere som en digital plattform, der man kan legge ut ukeplaner, lekser, forfallsdatoer på innleveringer, fravær og oppfølging. Læreren har tilgang til alle sine klasser og elever, og kan enkelt følge arbeid og progresjon hos sine elever.

Applikasjonen tilbyr deling av filer, både mellom elever og lærere. Det kan enkelt skape et bedre klasseromsfellesskap i gruppeprosjekter, fagfellellevurderinger og klasseromsdiskusjoner. Ved å gi elever passende matematiske oppgaver og skape effektive klasseromsdiskusjoner, bidrar man til deres egen tekning og oppfattelse, som igjen kan føre til mestring og forbedret læring (Cusi et al., 2017).

Programvaren opererer også med en form for belønningssystem, der lærerne gir elevene stjerner på elevarbeid. Dette belønningssystemet kan bidra til elevenes ytre motivasjon, da elevene blir motivert for å oppnå resultater- men motivasjonen består ikke av engasjement rundt selve aktiviteten (Ryan & Deci, 2000). Prosessen rundt belønningen driver elever fram og/eller kan bidra til å motivere dem (Holm, 2012). Belønningssystemet kan også være et hjelpemiddel for lærere i elevsamtaler eller vurderinger, der de kan benyttes som refleksjoner og måloppnåelse for hver elev. Disse stjernene kan deles med hjemmet og lærere kan benytte seg av dette for gjennomgang og refleksjon i samtaler med elevene. Den har ulike funksjoner, slik som penn-, markering- og tekst-verktøy. Dette gjør at man kan bruke egen håndskrift, markere områder eller kommentere direkte på ulike ferdigstilte dokumenter. Dette forenkler prosessen ved elevarbeid og tilbakemelding. Vedlegg 10: Showbie – handlingsmuligheter og begrensninger gir en oversikt over ulike handlingsmuligheter og begrensninger som eksisterer i applikasjonen.

#### ***4.4 Datainnsamling***

Forskningsfokuset i denne masteroppgaven er basert på intervju av lærere, spørreskjema til elever og observasjoner av undervisningsøkter som inkluderer bruk av Geogebra i matematikk. I det følgende vil det redegjøres for utvalgets kvalifikasjoner og videre valgte metoder og analyse for masteroppgaven.

##### ***4.4.1 Intervju***

Teorigrunnlaget for vår intervjuguide er den tredimensjonale modellen utviklet i FaSMEd-prosjektet. Denne inkluderer teknologiens funksjonaliteter, aktørene (lærer, elev, medelev) og de formative vurderingsstrategiene (FaSMEd, 2023b). Siden målet med forskningen var å undersøke hvilken rolle digital teknologi spiller for å støtte formative vurderingsprosesser i

matematikklasserommet, valgte vi å gjennomføre semistrukturerte intervjuer. Begrunnelse for valget er at vi undersøker et felt der vi er ute etter å samle inn detaljerte data der man ikke helt vet hvilke antakelser man kommer til å observere (Høgheim, 2020). Faktorer som var med på å avgjøre vårt valg var ønske om nærhet til feltet og å gå i dybden på problemstillingen. Det var essensielt for oss å gi våre informanter større frihet til å kunne uttrykke seg enn hva som var mulig i forhåndsbestemte spørsmål og svaralternativer (Christoffersen & Johannessen, 2012). Metodevalget støtter seg på vår evne til å gi et uttømmende bilde av hva som foregår helt fra valg av intervjuperson, til den første kontakten, og fram til hvordan vi tar vare på dataene, samt gjennomføring av analyse og tolkning (Dalland & Keeping, 2020).

Det ble utarbeidet to intervjuguider (Vedlegg 4: Intervjuguide – del 1 og Vedlegg 5: Intervjuguide – del 2) for hver informant, der hensikten med det første intervjuet var et ønske om å få et generelt bilde rundt informanten, vurdering og digitale verktøy i matematikk. Dette intervjuet tok for seg informantens kompetanse, planlegging av undervisning, formål rundt bruk av digitale verktøy og hvordan den formative vurderingen ble benyttet. Informantene ble opplyst om Black & Wiliam sin definisjon på formativ vurdering (Black & Wiliam, 2009), og at vi ville gå mer i dybden i intervju 2. Ved gjennomføring av det første intervjuet var håpet å få opparbeidet en god relasjon med informantene og slik at de skulle kjenne på en større trygghet og god atmosfære.

Intervju 2 fokuserte på rammeverket til FaSMEd (Aldon et al., 2017). Dette rammeverket inkluderer i stor grad teorien rundt formativ vurdering, samt teorien rundt handlingsmuligheter og begrensninger ved bruk av digitale verktøy (som brukes som teorigrunnlag for spørreundersøkelsen). Informantene ble blant annet spurt om hvilke muligheter digitale verktøy gir rom for når det gjelder interaksjon, matematisk forståelse, variasjon, vurdering og elevsamarbeid. Spørsmålene i intervjuguiden for intervju 2 har dermed et solid grunnlag i teorien for å i størst mulig grad kunne gi svar på vår problemstilling.

#### **4.4.2 Spørreskjema**

Teorien som ligger til grunn for utforming av spørreundersøkelsen er teorien rundt det vi har valgt å kalle handlingsmuligheter og begrensninger. Noe av inspirasjonen ble hentet fra arbeidet til Hadjerrouit (2020) og artikkelen «Using affordances and constraints to evaluate the use of a formative e-assessment system in Mathematics Education». I sitt arbeid har Hadjerrouit tatt for seg det digitale matematikkprogrammet Numbas og hvordan Numbas bidrar til formativ vurdering i matematikkfaget. Dette er mye av det vi ønsket å oppnå med vårt arbeid, men vi

siktet mer generelt mot den eksisterende bruken av flere digitale programvarer (uten vår påvirkning), med Geogebra i front.

Teorien omfatter hva som finnes av handlingsmuligheter og tilhørende begrensninger ved bruk av digitale verktøy på fem forskjellige nivåer. Disse er: klasserom eller elev-lærer interaksjonsnivå, elev eller matematikkoppgavenivå, matematisk-nivå, teknologisk nivå og vurderingsnivå. Vi valgte å omstrukturere disse til vår undersøkelse, slik at det ble tatt utgangspunkt i å undersøke teknologiens handlingsmuligheter og tilhørende begrensninger på følgende nivåer: teknologisk, klasseroms-, elev-, matematisk og vurderingsnivå. Det betyr ikke at elev-lærer interaksjonsnivå eller matematikkoppgavenivå ekskluderes, men at de inkluderes som en del av de allerede eksisterende fem nivåene. Videre utarbeidelse av undersøkelsen innebar å i størst mulig grad bruke nivåene for å formulere spørsmålene, og deretter gradere spørsmålenes viktighet for å kunne angi en gunstig rekkefølge med tanke på å kunne besvare problemstillingen.

Undersøkelsen var i all hovedsak basert på ordinale svaralternativer, der man ønsket å få fram noe om forholdene mellom kategoriene, sett i lys av svar fra informantene. Svarene ble rangert opp mot hverandre og ønsket var å se om svarene var like eller ulike, samt differansen dem imellom. For å sikre høyst mulig motivasjonsnivå, ble spørsmålene med størst relevans satt først. Vi gjorde svaralternativene så like som mulig for å gjøre det enkelt for elevene og for at svarene enklere kunne sammenlignes (Postholm et al., 2018). Avslutningsvis ble det utarbeidet to åpne spørsmål, da vi ikke ønsket å sette begrensninger på elevenes svar. De åpne spørsmålene omhandlet «positive og negative sider ved bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen». Disse ga et større spillerom til å se sammenhenger mellom intervju og svarene i undersøkelsen. Samtidig kunne det være viktig hvis det var noen faktorer som ikke var inkludert i vurderingen, når undersøkelsen ble utformet (Postholm et al., 2018).

Spørreundersøkelsen opererte med oddetallskala på fem svaralternativer. Den nøytrale midtkategorien som vi benyttet, var *i verken stor eller liten grad og av og til*. Med oddetallskala kan det være en risiko for at elever velger den nøytrale midtkategorien på grunn av usikkerhet eller latskap. Likevel var det et ønske at elevene skulle få mulighet til å gi nøytrale svar i de situasjoner de følte det nødvendig. Dette igjen for å unngå feilkilder. Forskning viser i tillegg at dette kan bidra til god datakvalitet, med konsistente svar, samt høy validitet og reliabilitet (Johannessen et al., 2021, p. 300).

Noen spørsmål siktet direkte til GeoGebra, da dette var en kjent applikasjon for elevene og et gjeldende verktøy som ble benyttet i matematikkundervisningen gjennom vår datainnsamling. Å benytte seg av applikasjoner som er kjente for elevene kan bidra positivt til forskningen, fordi elevene kan relatere seg til spørsmålene og sette seg inn i eventuelle positive eller negative sider ved å arbeide med den spesifikke applikasjonen (Panero & Aldon, 2016). Gjennom grundig forarbeid, og hjelp fra veiledere med erfaring i forskningsfeltet, ble det utarbeidet en spørreundersøkelse som var presis og forenklet. Det ble benyttet minst mulig ukjente begreper, lange setninger og vanskelige ord for å skape en bedre forståelse for respondentene. Hvis det ble benyttet ulike begreper måtte de defineres og skapes så enkle som mulig, et eksempel på dette er «digitale verktøy».

#### **4.4.3 Observasjon**

To av matematikklærerne som deltok ga samtykke om at vi kunne observere i matematikktimene til deres 10. klasser, når de benyttet Geogebra i arbeid med funksjoner. Vi observerte i tre matematikktimer i hver av klassene, fordelt på to økter. Det ga oss mulighet til å samle data som kunne gi oss et annet perspektiv på bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen. Målet var å gi en større sikkerhet rundt datainnsamlingen ved å få erfaring og innsikt fra faktiske situasjoner.

En annen årsak for observasjon var å kunne støtte eller avkrefte noen av utsagnene fra informantene i intervjuene og at funn som ble gjort kunne ses i lys med intervju eller spørreundersøkelser. Vi ønsket for eksempel å observere samhandlingen mellom lærer og elev i klasseromsundervisning, samt observere elevene og lærerne i naturlige situasjoner med digitale verktøy. Det var viktig å påvirke den naturlige situasjonen i minst mulig grad, så vi gjorde oss så «usynlige» som mulig ved å ta plass ved en ledig pult lenger bak i klasserommet (Johannessen et al., 2021). Noe annet vi gjorde for å ikke forstyrre naturlige interaksjoner var å notere etter timen, eller gå ut å skrive dersom noe skulle dukke opp underveis som man følte var nødvendig å få ned på papir så fort som mulig.

Vår opprinnelige plan var å observere en matematikktime, sammen med aktørene; lærere og elever. Disse lærerne har hver sin 10. klasse på samme skole og gjennomfører matematikkøktene sine til samme tid. Gjennom vår observasjonstid var det mange faktorer som gjorde at undervisningsøkten ikke ble som planlagt og vi avtalte derfor tid til å gjennomføre observasjoner i en annen matematikktime. Dette resulterte i mer data og et sterkere syn på at det er mennesker vi forsker på, med en uforutsigbar hverdag.

#### ***4.5 Forskningsetiske hensyn***

Forskningen i denne masteravhandlingen inkluderte mennesker, som vil si at noens adferd i en eller annen grad ble påvirket. Dette var grunnlaget for fokuset i arbeidet mot å opprettholde forskningsetiske retningslinjer i prosjektet, samt et syn på at menneskene som deltok var et mål i seg selv, og ikke bare et middel (Johannessen et al., 2021). Forskningsarbeidet ble gjennomført med den generelle respekten for menneskeverdet i bunn, som vil si at alle deltakere i forskningen ble ivaretatt både med tanke på deres interesser, frihet og integritet. Vi benyttet oss også av forskningsetikkloven for å sikre seg at de etiske hensynene ble vektlagt og var korrekte (Lovdata, 2017).

I forarbeidet til spørreundersøkelse og intervju, ble det sendt søknad til Sikt (tidligere NSD) om godkjenning til forskning (Vedlegg 3: Godkjenning fra personvernombudet for forskning). Siden det ikke ble benyttet personopplysninger fra elever eller lærere, var det ingen krav om søknad, men dette ble likevel gjennomført da vi ønsket bekreftelse på at undersøkelsene inneholdte riktige forskningsetiske hensyn.

Informasjonsskriv (Vedlegg 1: Forespørsel om å delta i masterundersøkelse – lærere og Vedlegg 2: Samtykkeskjema – elever) ble tilsendt deltakerne (både lærere og elever i deres respektive klasser). Skjemaene informerte om frivillig deltakelse i undersøkelsen og krav om samtykke fra deltakerne. Da spørreundersøkelsen ikke skulle innhente sensitive eller identifiserbare opplysninger, var det ikke formelt sett krav om å innhente samtykke fra foresatte. Spørreundersøkelsen som ble sendt ut for større innsamling av kvantitative data, var anonym og krevde formelt sett ikke informasjonsskriv i like stor grad som den kvalitative forskningen. Undersøkelsen ble sendt til skoler rundt om i landet, hvor vi ikke hadde oversikt over hvilke som valgte å delta eller ikke. Dette beskyttet også identiteten til respondentene i stor grad.

Det ble sendt ut e-post til 30 forskjellige skoler med spørsmål om deltakelse for elevene på ungdomsskoletrinn. Denne e-posten inneholdt informasjon om prosjektet, samt at det var en frivillig og anonym undersøkelse. Spørreundersøkelsen som ble utformet til dette formålet var annerledes enn den originale, da den hadde et inngangsspørsmål om hvorvidt elevene ønsket å delta, samt informasjon om at den var anonym og frivillig. Dette for å sikre tydelig bekreftelse fra hver enkelt deltaker på at de hadde gitt samtykke. Dette spørsmålet åpnet i mange tilfeller opp for frafall, men det var av etiske hensyn viktig å få en sikker bekreftelse på at de ga samtykke om å delta. Med disse forutsetningene til stede kunne vi i stor grad garantere for fritt

informert samtykke (Høgheim, 2020). Den eneste faktoren i denne sammenhengen, vi følte å ha mindre kontroll på, var informasjonen som lærerne videreformidlet til sine klasser før elevene skulle svare på undersøkelsen. Vi hadde gitt spesifikk informasjon i epostene som vi hadde sendt ut, for å forsøke å sikre dette i størst mulig grad. Allikevel kan vi ikke garantere for hva og hvordan informasjonen ble videreformidlet til elevene.

Intervjuene og spørreundersøkelsen ble formet for å unngå å utsette deltakerne for belastninger i både fysisk og psykisk form. Dette gjaldt eventuelt ubehag som kunne oppstå som følge av forskningen, både underveis og etter undersøkelsen (Høgheim, 2020). I intervjuene gjaldt dette særlig ved å ha en semistrukturert samtale rundt spørsmålene og sikte på å ikke utsette intervjuobjektet noe form for press. Dersom informantene følte seg stresset på noe vis ved å ikke ha svar på et spørsmål, startet vi samtale rundt temaet som informantene lettere kunne ta del i. Vi var opptatte av å opprettholde en god nærhetsetikk, slik at informantene følte det var individet som sto i sentrum, og at samtalen ble opprettholdt med en «du og jeg» relasjon (Høgheim, 2020). På denne måten fikk vi siktet oss inn på hva vi egentlig lurte på og intervjuobjektet kom med innspill som hen ellers ikke ville gjort.

I spørreundersøkelsen er det tatt hensyn til at spørsmålene var generelle, og hadde ikke søkelys på spesifikke hendelser som kunne resultere at vi støtte på gamle traumer på noe vis. Samtidig hadde vi taushetsplikt, det vil si at informasjonen som ble samlet ikke kunne deles med andre enn det som var avtalt i samtykkeskjemaet. I denne masteroppgaven samlet vi anonyme data via spørreundersøkelser, som ikke kunne spesifisere hvilke elever som hadde svart hva. Uansett plikter vi å ikke dele informasjon med lærerne, som igjen kan påvirke elevene som deltar.

Intervjuene ble gjennomført med lydopptak. Dette ble informantene informert om på forhånd, slik at de skulle være forberedt. Lydopptaket ble tatt gjennom nettskjema sin applikasjon, diktafon, der det ble lagret og oppbevart på en sikker og anonym måte. Informantene ble også opplyst om hvilke applikasjon vi benyttet og forsikret oss om at de følte seg trygg på lagring av data.

#### ***4.6 Forskningsarbeidets pålitelighet***

Gjennom vår forskning har vi tatt utallige valg og gjort rede for disse. Valgene kan ha påvirket forskningen både positivt og negativt. Vi vil i det følgende gjøre rede for dette ved å gå gjennom masteroppgavens begrepsvaliditet, reliabilitet og indre og ytre validitet.

#### **4.6.1 Begrepsvaliditet**

Gjennom forskningsarbeidet har vi forholdt oss til variabler, egenskaper som kan variere hos individer, og som genererer ulike svar fra informantene. I intervjuene var vi opptatte av å definere begrepene vi benyttet, slik at informantene skulle ha likt utgangspunkt eller forståelse for spørsmålene. Siden vi utformet to intervju for hver informant, ga vi også informantene tid til å reflektere eller sette seg inn i temaet etter første intervju. Ved å sikre at informantene hadde lik forståelse for formativ vurdering og digitale verktøy, samt bruk av disse i både undervisning- og vurderingssammenheng, ble spørsmålene tydeliggjort. Dette for å bidra til at vi fikk svart på vår problemstilling (Høgheim, 2020).

For å måle ordinalvariabler, valgte vi å benytte operasjonaliserende begreper i spørreundersøkelsen. Dette arbeidet tok utgangspunkt i teorien rundt handlingsmuligheter og begrensninger for digitale verktøy i matematikkundervisning. Vi visste derav at vi måtte inkludere tydelige spørsmål som fanget opp elevenes opplevelser og meninger rundt digitale verktøy i matematikkundervisningen, da spesielt på teknologisk, klasseroms-, elev-, matematisk og vurderingsnivå. Det ble benyttet flere indikatorer som skulle måle en variabel, disse var både kategoriske og diskrete. Spørsmål for kjønn er et eksempel på dikotom variabel, der det finnes kun to verdier. En dikotom variabel er kategorisk. I alle spørsmål hvor verdiene kan klassifiseres som gjensidig utelukkende, men ikke kan rangeres på en logisk måte, bruker vi betegnelsen *kategoriske variabler*. I de fleste spørsmål formulert i spørreundersøkelsen kan verdiene logisk rangeres, i tillegg til å angi gjensidig utelukkende klassifiseringer. Dette kjennetegner verdiene på ordinalvariabler (Johannessen & Tufte, 2022, pp. 17-18).

I arbeidet med formulering av spørsmål til spørreundersøkelsen tok vi mange valg som var med på å påvirke elevenes svarmuligheter. Det ble benyttet Likert-skala, hvor det ble gitt en påstand med tilhørende gradert svarskala. Dette ble gjort for på best mulig måte fange det teoretiske begrepet vi skulle måle, samt at elevene ikke skulle bli usikre på hva de skulle svare. Undersøkelsen hadde i hovedsak avkrysningsoppgaver, men også ett par åpne spørsmål. Siden elevene hadde mulighet til å komme med åpne svar, begrenset vi i noen grad underpresentering, som er en systematisk feil. Det å fange opp hele begrep rundt digitale verktøys rolle i å støtte formativ vurdering i matematikk vil ikke være mulig, men gjennom arbeidet rundt definisjonene i teorien sikret vi at de i stor grad ble fanget opp (Høgheim, 2020).

Ved å diskutere med erfarne forskere ble det valgt å ta hensyn til at elever ofte «faller av» eller fort kjeder seg under spørreundersøkelser. Dette ønsket vi å unngå, da det kan føre til feilkilde. Vi valgte derfor å prioritere de mest relevante spørsmålene først. I tillegg gjorde vi spørsmålene



enkle og forståelige, for å prøve å forhindre at elevene skulle svare vilkårlig om de ble lei. Undersøkelsen ble komprimert flere ganger, slik at vi kunne unngå ekstremrespons (Høgheim, 2020).

Vi valgte også, i utforming av spørreundersøkelsen, å benytte midtpunkt («verken stor eller liten grad» eller «verken enig eller uenig»). Ved å benytte midtpunkt skaper man ofte en mulighet for at de som gjennomfører undersøkelsen ikke tar direkte standpunkt til spørsmålene (Høgheim, 2020).

#### **4.6.2 Reliabilitet**

Å måle reliabilitet i kvalitative analyser kan være utfordrende. Dette da man opererer med tekst og ikke tall, samt at svaret vil variere mellom informantene. I tillegg handler vår problemstilling om teknologi som er i stadig utvikling, samtidig som kompetansen blir mer vektlagt enn tidligere (Utdanningsdirektoratet, 2021b). Den formative vurderingen er også blitt et større satsningsområde etter ny læreplan, LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2020a). Intervjuene ble gjennomført på to ulike skoler, der virksomhetsplanene kan ha helt ulike satsningsområder. Hvis denne forskningen ble gjennomført på nytt om 2-3 uker er det ikke sikkert vi hadde fått samme datamateriale/resultat, da kunnskapsnivået kunne vært høyere, samtidig som elevenes motivasjon kunne ha påvirket svarene.

For å sikre kvaliteten i forskningsarbeidet ble det utformet presise intervju spørsmål slik at intervjureliabiliteten ble solid. Det var viktig at spørsmålene var tydelige for informantene, og at spørsmålene ble oppfattet riktig. Vi valgte derfor å definere begreper i begynnelsen av intervjuene. Data ble transkribert av oss to forskere i samarbeid. Våre transkripsjoner ble deretter arbeidet med individuelt for å kunne undersøke om vi hadde lik forståelse rundt innholdet i etterkant, eller om vi var nødt til å inngå kompromisser. Dette er med på å styrke reliabiliteten i vår forskning (Krumsvik et al., 2019).

Det ble også tatt et valg om å rydde opp i «målefeil» under spørreundersøkelsen. Det kom tydelig fram at noen elever ikke var motiverte for en slik undersøkelse og valgte useriøse tekstsvaer og benyttet seg av samme svaralternativ på alle lukkede oppgaver. Denne ryddingen ble gjennomført for å sikre at våre data var så nøyaktig som mulig, og at slike svar ikke påvirket målsikkerheten (Nyeng, 2012).

#### **4.6.3 Validitet**

Når man snakker om validitet er det vanlig å dele begrepet i to ulike kategorier, indre og ytre validitet. Validitet omhandler hele forskningsprosessen, fra start til slutt gjennom innsamling

og analysering av data (Høgheim, 2020). Indre validitet omhandler å se om man kan utelukke alternative slutninger rundt det som ble undersøkt. Gjennom forskningen vår ble det valgt indikatorer som kunne fange ulike begreper som ble forsket på, både formativ vurdering, digitale verktøy og hvordan de ulike digitale programmer støttet den formative vurderingen.

Før gjennomføring av intervju ble det tatt et valg om å ikke gi informantene tilgang på intervjuguiden. Denne beslutningen ble tatt da vi ikke ønsket informanter som hadde lest seg opp på tema eller fagstoff som var relevant. Det var ønskelig å fange opp reelle situasjoner og svar som ikke var undersøkt på forhånd. Undersøkelsens validitet kunne blitt påvirket hvis informantene var forberedt på intervjuet. Svarene fra informantene var mer troverdige når man skulle se sammenhenger eller ulikheter med svarene elevene ga i spørreundersøkelsen.

Hensikten med forskningen var å i større eller mindre grad kunne bekrefte hvordan teknologien støttet den formative vurderingen, der det ble satt kriterier for hvem som skulle delta i prosjektet. Informantene måtte ha fullført lærerutdanning og arbeide som matematikklærer på en ungdomsskole. I tillegg var det viktig at informantene benyttet digitale verktøy i undervisningen og vurderingen, for at man skulle få mulighet til å generalisere slutningene i forskningen (Krumsvik et al., 2019). Forskningen innbefatter av en bekvemmelighetsutvelgelse, da det ble problemer med å anskaffe informanter (Høgheim, 2020). For å forsikre at vi ikke endte opp med et homogent variasjonsutvalg ble det jobbet godt med å opparbeide kunnskap innenfor feltet og bekjentskap til informantene. Dette kunne bidra til å skape god reliabilitet, som kan øke den indre validiteten. Ved å ta i bruk semistrukturert intervju kunne vi sikre god overføringsverdi.

På bakgrunn av at vi valgte å benytte bekvemmelighetsutvalg, besluttet vi å supplere vår forskning med observasjoner og spørreundersøkelse. Dette for å styrke forskningen. Samplingen besto av både elever og lærere, og vi fikk da mulighet å se på meningene til lærerne på skole «M» og «R», opp mot elevenes meninger fra tilhørende skoler. Dette kunne vi også se i sammenheng med elever fra andre skoler i Norge.

Utvalgsriteriene for deltakende elever var at de gikk på ungdomsskolen og benyttet digitale verktøy i matematikkundervisningen. Det var ønskelig med elever som hadde kunnskap om GeoGebra. Siden dette er et kompetansemål på 10.trinn, var det naturlig å velge elever på 10.trinn. Da dette viste seg å være vanskelig på skole «M» og for de skolene som kunne delta ellers, ble det også gjennomført undersøkelse på 8. og 9.trinn. Vi inkluderte spørsmål om hvilket

klasetrinn elevene gikk på, for å sikre at vi kunne velge å se på kun 10. trinn dersom dette skulle være hensiktsmessig.

Gjennomgangen av spørreundersøkelsen viste tydelig at det fantes noen umotiverte elever av de som hadde svart. Noen hadde useriøse svar på de åpne oppgavene og opererte med likt svaralternativ gjennom hele undersøkelsen. I frykt for at dette skulle bidra til feilsvar, valgte vi å ekskludere disse svarene. Siden det i utgangspunktet var så få deltakere på skole «R» og «M», ville bruk av disse useriøse svarene være med på å påvirke resultatene betraktelig. Dette igjen kunne bidra til å gi feilinformasjon om det som ble undersøkt. Forskningen kan også styrkes ved bruk av metodetriangulering, hvor det blir benyttet ulike metoder under feltarbeidet, som intervju, spørreundersøkelser og observasjoner (Johannessen et al., 2021).

Resultatene i denne masteroppgaven viser at det er sammenheng mellom fenomenet som ble forsket på og vårt datamateriale. Data fra intervju- og spørreundersøkelse ble sett opp mot hverandre, for å sikre at funn fra intervjuene er valide og at man kan trekke slutninger som er gyldige. Spørreundersøkelsen ble også gjennomført for et bredere utvalg av elever «landet rundt», for å forsterke og underbygge våre funn i intervjuene. Dette vil påvirke den ytre validiteten, da det kan være mulig å overføre funnene til en annen situasjon. Men siden utvalget var lite, er det vanskelig å bekrefte/avkrefte om svarene kan skape generaliseringsmuligheter (Krumsvik et al., 2019).

#### ***4.7 Empiri***

I løpet av forskningsarbeidet ble det utformet en hypotese og en problemstilling, ut fra et teorigrunnlag bestående av de formative vurderingsstrategiene og FaSMEd-prosjektet (Black & Wiliam, 2009; Panero & Aldon, 2016). Vi hadde en formening om at man kunne gjennomføre den formative vurderingen på en mer tids- og arbeidseffektiv måte enn det vi opplevde i jobb- og praksissammenheng. For å bekrefte eller avkrefte denne påstanden var det nødvendig å gjennomføre forskning ved hjelp av utvalgt teori.

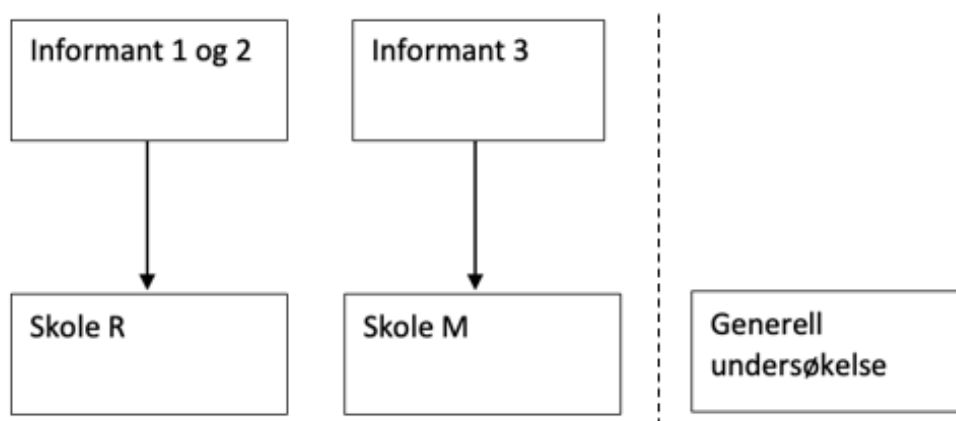
Teorien som er benyttet i denne oppgaven viste at den formative vurderingen på mange måter kan bidra til å styrke formativ vurdering ved bruk av digitale verktøy. I oppgaven ble det benyttet tidligere forskning som tok for seg liknende tema (Barana & Marchisio, 2016; Dalby & Swan, 2019; Drijvers, 2018; Hattie & Timperley, 2007; Havnes et al., 2012; Kongsgården & Krumsvik, 2013; Larkin et al., 2012; N. Hopfenbeck, 2018; Olsen & Lekang, 2019; Olsher et al., 2016; Opsvik et al., 2020; Panero & Aldon, 2016; Rakoczy et al., 2019; Salles et al., 2020).

Dataene for kvalitativ og kvantitativ undersøkelse ble analysert hver for seg, før vi til slutt satt svarene opp mot hverandre.

Vi hadde en formening om at den formative vurderingen kunne styrkes ved bruk av digitale verktøy og digitale programmer. Ved å gjennomføre en forskning i praksis ble det i oppgave å prøve å finne fram til om vår hypotese stemte eller ikke. Vi kan derfor si at det ble benyttet en deduktiv tilnærming i denne forskningen (Johannessen et al., 2021). Det ble vår oppgave å undersøke om antagelsen som ble utarbeidet fra eksisterende teori, gjennom utforming av hypotese og problemstilling, stemte overens med virkeligheten (Nyeng, 2012).

## 5. PRESENTASJON AV FUNN

I følgende kapittel vil vi, ved å trekke frem funn fra undersøkelsene, gjøre rede for handlingsmuligheter og begrensninger som oppstår når aktørene (elev eller lærer) er i interaksjon med teknologien. I denne masteroppgaven kartlegges de på fem forskjellige nivåer i matematikk (teknologisk, elev-, klasseroms-, matematisk og vurderingsnivå) (Hadjerrouit, 2020). Nivåene baseres på forskningsspørsmål 1, som også er tatt hensyn til i intervju og spørreundersøkelse. Handlingsmulighetene og begrensningene er aksjoner som oppstår når teknologien er en del av interaksjonen, og de vi identifiserer vil formuleres av oss og markeres i fet skrift. Målet med identifiseringen er å kunne diskutere i kapittel 6 rundt deres relevans for formativ vurdering. Kapitlet avsluttes med presentasjon av funn som angår lærernes profesjonsfaglige digitale kompetanse og hvilken rolle den spiller i formativ vurdering. Når det gjennomgås funn fra spørreundersøkelsen, er resultatene delt opp mellom skolene. For å gi en god oversikt over dataene, og hvordan de henger sammen, har vi utarbeidet en enkel modell som presenteres i Figur 7.



Figur 7: Oversikt over intervjuinformant og tilhørende skole

### 5.1 Teknologisk nivå

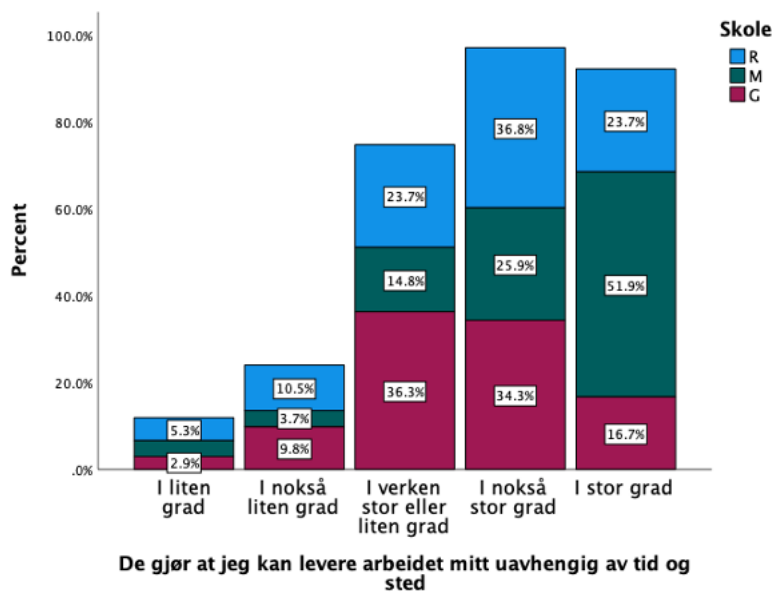
Funnene våre viser at bruk av digitale programmer skapte et større rom for å gjøre læringsmål tilgjengelig og synlig, og handlingsmuligheten kalles «**dele læringsmål og kriterier**». Alle tre intervjuinformanter meddelte at deres elever hadde læringsmål tilgjengelig til enhver tid på digitale applikasjoner. Lærerne argumenterte dette som positivt, da elevene ikke hadde et godt argument dersom de påsto at læringsmål eller ukeplaner ikke var mottatt. Intervjuinformant 3 sa følgende:

... Kontra det å gi dem ett ark, det forsvinner. Mens å push det ut i OneNote, det er ingen som kan si at de ikke har fått det eller var syk den dagen. så det er absolutt ryddig og oversiktlig,

mens intervjuinformant 1 opplyste:

Vi bruker et verktøy som heter Zokrates til læringsmål og vurdering, sånn at når vi skriver formelle vurderinger til elevene så får de det i Zokrates, og foreldrene har tilgang. Læringsmålene henter vi inn på Zokrates for det er direkte koblet mot Udir, og det kommer tydelig frem hvor det ligger for elevene. Om det ikke blir sagt i klasserommet så står det, og mange av de er forut, i alle fall de som har ambisjoner i fagene vet godt hva som skal foregå og hva som er meningen med det.

En handlingsmulighet som oppsto når elevene var aktører i interaksjon med teknologien, som elevene bekreftet, var «**levere arbeid uavhengig av tid og sted**». På dette svarer 60,5% av elevene på skole «R», 77,8% av elevene på skole «M» og 51% av elevene i den generelle undersøkelsen «G», at digitale verktøy bidro i nokså stor eller i stor grad (Figur 8).



Figur 8: Svarfordeling under kategorien: «Leverer arbeid uavhengig av tid og sted»

Alle intervjuinformanter ga uttrykk for at bruk av mange ulike applikasjoner og plattformer, gjorde det uoversiktlig for elevene i interaksjon med teknologien. Begrensningen velger vi å kalle «**holde oversikt i mange applikasjoner**». Svar fra intervjuinformant 2 viser til følgende:

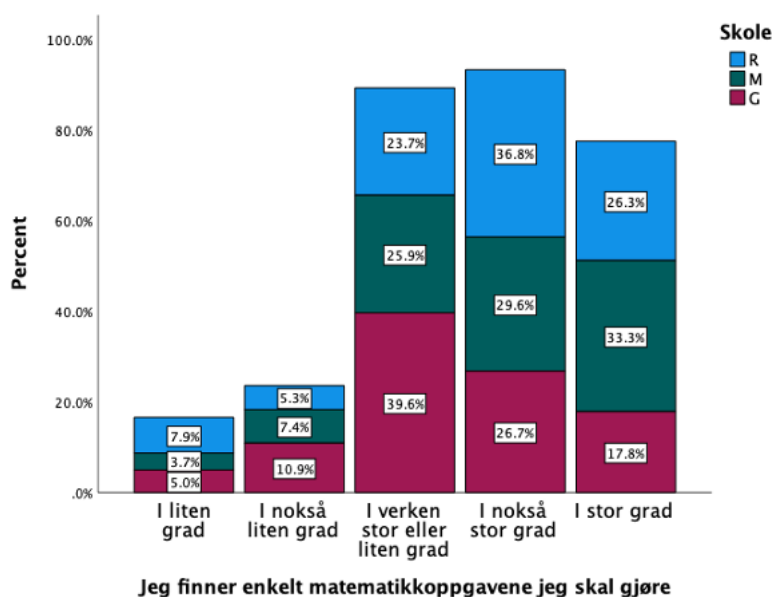
*Ja, men vi har ikke noe fast måte å gjøre det på, så det kan være litt rotete for elevene og. Har så mange kanaler, noen ganger lagt på teams og i andre fag. Det er ulempen av å ha så mange verktøy.*

Og intervjuinformant 3 opplyste:

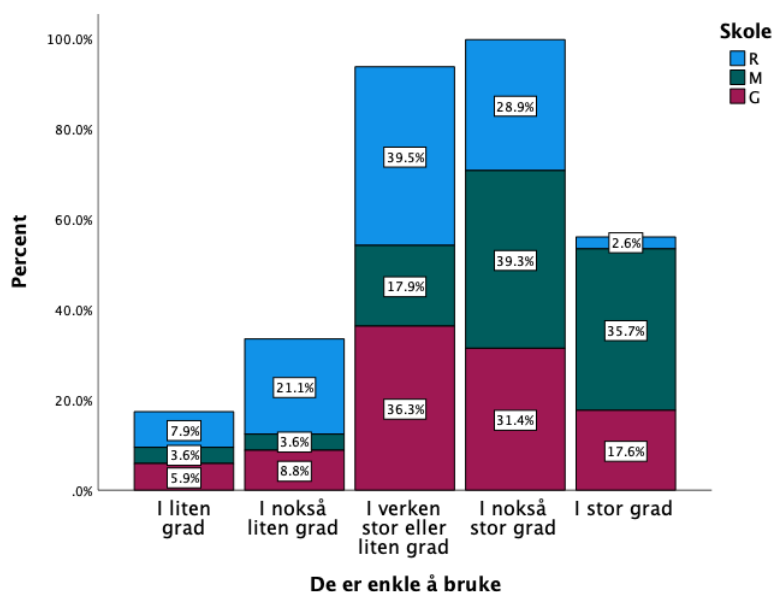
*... det brukes masse tid på hvordan de skal få oversikt. Og det er egentlig en av de tingene vi som lærere ser, det er mye. De har digitale bøker, så de har en app for det. De har OneNote, de har OneDrive, de har ikke sant, de har schooler, de har teams, de har ulike teams for ulike fag, det er heftig for dem. Så det bruker vi masse tid på, å lære dem, vise dem.*

Samtidig opplever majoriteten av elevene det som enklere å finne oppgaver de skal arbeide med når de tar i bruk digitale verktøy i matematikk (Figur 9).

En elev fra skole «R» kommenterte i åpent spørsmål om hva hen syntes var positivt med digitale verktøy i matematikk: *“det er mye ryddigere enn på ark, og lettere å finne”*. Vi kan lese av Figur 9 at hele 63,1% av elevene på skole «R» og 62,9% av elevene på skole «M» opplevde at de i nokså stor eller i stor grad, enkelt fant oppgavene når de brukte digitale verktøy i matematikk. Prosentandelen for elevene i den generelle undersøkelsen var noe lavere, 44,5%, som mente at de i nokså stor eller i stor grad enkelt fant matematikkoppgavene de skulle gjøre ved bruk av digitale verktøy. Handlingsmuligheten som oppsto, var derfor «**finne matematikkoppgavene**» (elev-teknologi interaksjon).



Figur 9: Svarfordeling under kategorien: «finner enkelt matematikkoppgavene»



Figur 10: Svarfordeling under kategorien: «enkle å bruke»

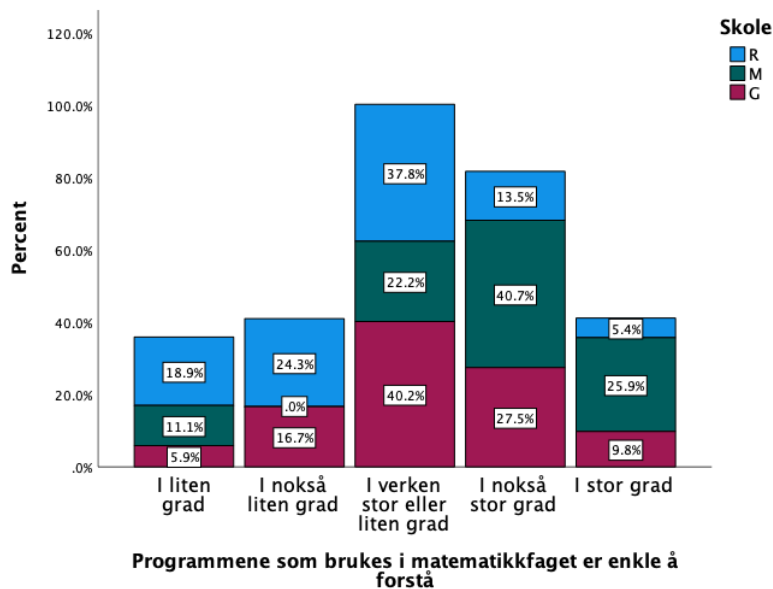
På påstanden om hvorvidt digitale verktøy i matematikk er enkle å bruke, svarer hele 75% fra skole «M», 31,5% fra skole «R» og 49% i den generelle undersøkelsen i nokså stor grad eller stor grad (Figur 10). Vi valgte å kalle denne handlingsmuligheten «**navigere verktøy**» (elev-teknologi interaksjon).

I tillegg var det svar på de åpne spørsmål i spørreundersøkelsen som poengterte at: «*det er positivt fordi det er enkelt å bruke*», «*det er enklere og bruke og levere inn lekser*», «*da kan man jobbe med matten uansett tid og sted*», «*enklere å finne fram*», «*de er lett tilgjengelige*», «*man finner oppgavene lett*», «*det er mye ryddigere enn på ark, og lettere å finne*» og «*det er enkelt å bruke*». Andre elever hadde en annen opplevelse: «*jeg synes det er vanskelig å bruke digitale verktøy*», «*det er vanskelig å bruke programmene*» og «*kan være vanskelig å forstå og det er ikke alltid at de fungerer*». På spørsmål om det var noe negativt med bruk av digitale verktøy i matematikk, svarte noen elever «*at det er så mye rare programmer*», «*det er mye tekniske problemer med digitale verktøy*» og «*de kan være vanskelige å bruke, trege, og mangle noen funksjoner*».

En begrensing, ifølge intervjuinformant 1, var for lav lagringskapasitet på enkelte plattformer. Begrensningen formuleres som «**lagre arbeid**» (elev/lærer- teknologi interaksjon). Alle intervjuinformanter kommenterte at noen applikasjoner ikke var optimalt tilpasset operativsystemet for iPad og/eller PC. GeoGebra og Excel ble spesielt nevnt, der intervjuinformant 3 sier: «*Excel er vanskelig på iPad*», «*GeoGebra har begrensninger i form av at applikasjonen er ustabil, type tekniske utfordringer*». Elevene på sin side kommenterer:



«GeoGebra kan være vanskelig å forstå seg på», «ikke alltid programmene fungerer optimalt», «noen av verktøyene er ganske dårlig og det er vanskelig å legge inn svar eller noe sånt», «de kan være vanskelig å bruke, trege og mangler noen funksjoner». I tillegg sier intervjuinformant 1: «det finnes begrensninger i digitale verktøy som gjør at jeg må kombinere de». Dette underbygger behovet for begrensningen «**kombinere ulike digitale programmer**».



Figur 11: Svarfordeling under kategorien: «programmene som benyttes er enkle å forstå»

Når vi ser på svarfordelingen til skole «M» i Figur 11, er 40,7% av elevene i nokså stor grad enig i at programmene som ble brukt i matematikk var enkle å forstå, en handlingsmulighet kalt «**oppfatte mål**» (elev- teknologi interaksjon). Samtidig ser vi av diagrammet at svarfordelingen for skole «R» er høyere for nøytral (37,8%) mot uenig (43,2%) i utsagnet. Dette bekreftes også i elevsvarene på åpent spørsmål om hva de opplever som negativt med digitale verktøy i matematikk. I det åpne spørsmålet skrev 43,6% av elevene fra skole «R» svar som omhandlet utfordringer med å forstå digitale verktøy i matematikk. Skole «M», på den andre siden, hadde ingen elever som nevnte utfordringer med bruk av ulike applikasjoner i det åpne spørsmålet. Likevel ga intervjuinformant 3 fra skole «M» uttrykk for at disse applikasjonene var veldig krevende. Hele 66,6% av elevene på skole «M» mente at applikasjonene, i stor eller nokså stor grad, er enkle å forstå. Dette viser at elevene og deres lærer hadde ulik oppfatning rundt hvor utfordrende det er å bruke applikasjonene (Figur 11).

## 5.2 Elevnivå

Fra intervjuene fremkommer det at lærerne er samstemte i at digitale programmer bidrar til variasjon. Når det stilles spørsmål om hvilke muligheter som læreren ser på som nyttig i sine valgte digitale program i matematikk, sier blant annet intervjuinformant 2:

*Digitale verktøy er veldig fint å ha, når vi har om funksjoner og vi kan gjøre litt for hånd ... Men vi tegner mest grafer på Geogebra, jeg tror også at de har godt av å kombinere litt. Litt ulike måter å lære på da.*

Intervjuinformant 1, som arbeider på samme skole som intervjuinformant 2, kommenterer at hun: «prøver å variere metoder i klasseromsundervisningen slik at det varierer på hvem undervisningen passer til». Intervjuinformant 3 fra skole «M» opplyser at hun bruker digitale programmer for å variere og tilby en annen innfallsvinkel til oppgavene. Hun påpeker at:

*... oppgavene der kan være ... de kan legge vekt på andre ting og utforske på andre måter ... Rett og slett en annen innfallsvinkel. Og litt det å la elevene få, bli brukt som en valgmulighet i forhold til å velge det de føler seg mest komfortabel til å jobbe med. Også er den fin til å bruke til hjemmearbeid, vi har ikke så mye av det. Med tanke på at de får hint og hjelp, og veldig oversiktlig å se hva de har gjort og ikke. Men jeg vil si at variasjon og få en annen innfallsvinkel er de to hovedgrunnene.*

Handlingsmuligheten som beskrives kaller vi «**varierte metode for økt matematikkforståelse**». Intervjuinformant 3 går også nærmere inn på Kikora og hvorfor hun bruker applikasjonen som et verktøy for variasjon og medbestemmelse for elevene:

*Kikora har jo en del gode oppgaver som stiller en del gode spørsmål, en litt annen måte å se ting på. Så hvis du vil ha en sånn type variasjon der, så er den veldig fin. Også er den fin i forhold til å bruke den i jobben, med forberedelse til prøve så er det en god del læringsløyper der, som ligger slik at elevene kan få velge selv.*

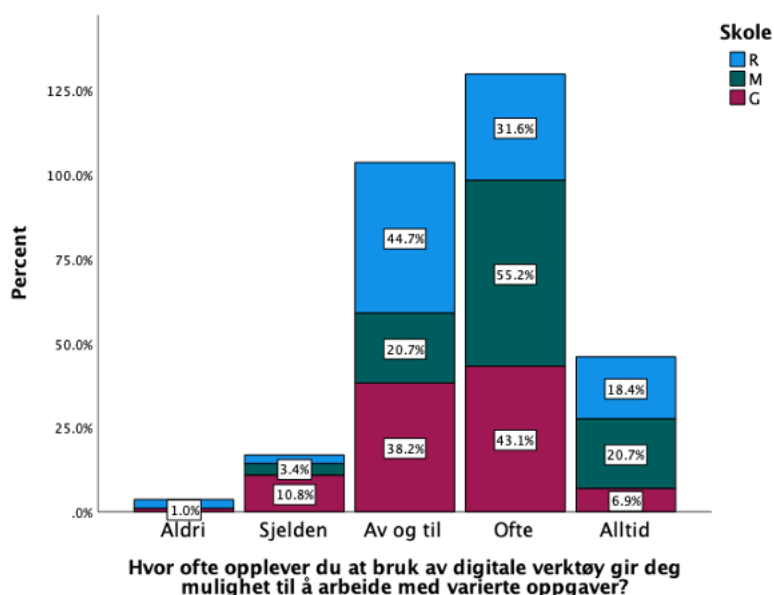
Intervjuinformant 1 sa: «jeg synes digitale verktøy er med på å gi variasjon ... tilpasningene er så vanvittig store, så digitale verktøy kan være med på å hjelpe oss litt der da».

En elev svarte på åpent spørsmål, om hva vedkommende mente var positivt med digitale verktøy i matematikk:

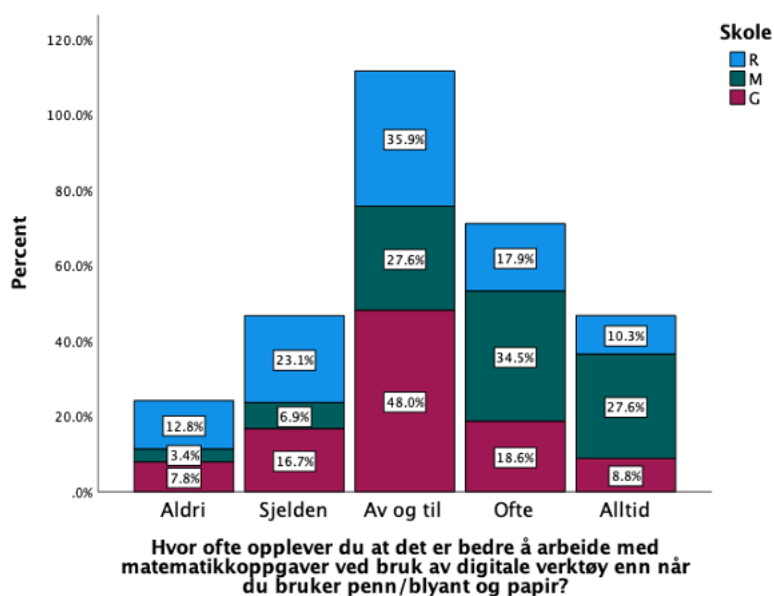
*Du får en annen forståelse på hvordan man kan løse oppgaver og det er fint for elever som ikke er glad i å skrive for hånd. Minecraft Education kan være veldig fint for elever*

som ikke er så interessert i mattefaget for det er en annen måte å løse oppgaver på og man får en annen forståelse for matte.

Samtidig sa andre elever: «Jeg synes det er morsommere å bruke digitale verktøy på skolen» og «når jeg bruker digitale verktøy er det enklere for meg å koble ut. Jeg kan også høre på musikk mens jeg jobber».



Figur 12: Svarfordeling under kategorien: «mulighet til å arbeide med varierte oppgaver»



Figur 13: Svarfordeling under kategorien: «bedre å arbeide med matematikkoppgave»

Resultater fra spørreundersøkelsen viser at 50% av elevene på skole «R», 75,9% av elevene på skole «M» og 50% av elevene i den generelle undersøkelsen opplever at digitale programmer

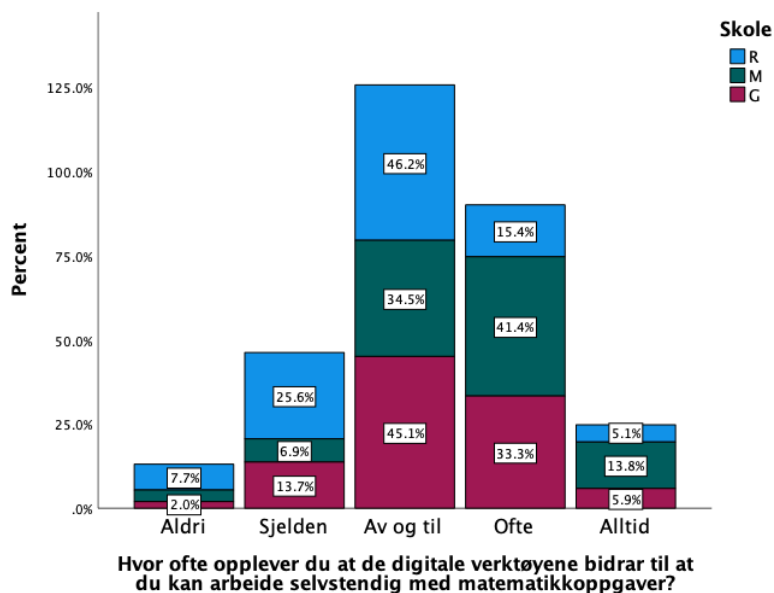
ofte eller alltid gir de mulighet til å arbeide med varierte oppgaver. Det er 5,3% av elevene på skole «R», 3,4% av elevene på skole «M» og 11,8% av elevene i den generelle undersøkelsen som opplever at digitale programmer sjelden eller aldri bidrar til at de kan arbeide med varierte oppgaver (Figur 12).

Mange av elevene kommenterte at det positive med digitale verktøy i matematikk var at de slapp å skrive for hånd. Samtidig som at flere kommenterte at det var negativt at de ikke fikk skrive for hånd. Dette viser at en handlingsmulighet også har en tilhørende begrensning, for når handlingsmuligheten «**skrive med tastatur**» (elev-teknologi interaksjon) oppstår, vil også noe annet simultant begrenses. En av elevene kommenterte at «*jeg synes det er fint å slippe å skrive på ark, og det at skolen legger seg mer til rette med teknologien*» mens en annen skrev «*det som jeg synes er negativt er at man får ikke til å skrive med arma, kanskje man kan glemme å skrive med arma*». Samtidig påpekte noen at digitale verktøy forenklet deres skolehverdag, da de ikke trengte å drasse rundt med bøker. På elevnivå var det likevel flere negative kommentarer, enn positive. Majoriteten av elevene som hadde valgt å svare på spørsmålet om hva som var negativt med digitale verktøy i matematikk, handlet i stor grad om fysiske påvirkninger. En elev kommenterer: «*vi får vondt i hodet, og ofte i nakken. Vi blir slitne i øya og blir ofte fristet til å ikke gjøre matematikk, men for eksempel spille*», andre skriver «*at man ser mye på skjerm*», «*man kan bli sliten i øynene*», «*... mange blir mer sliten i hodet og øyner*», «*hodepine*», «*kan få vondt i hodet ganske fort*», «*for mye skjerm kan få vondt i hodet...*», «*kan få vondt i hodet av å se på skjerm over lengre tid*», «*man blir fortere sliten i hodet*», «*jeg får vondt i fingertuppene av for mye iPad-tastatur*» og «*jeg får ofte migrene av det*».

Figur 13 viser resultatene over hvor ofte elevene opplever at digitale verktøy er bedre å arbeide med i forhold til penn og papir. Hele 62,1% av elevene på skole «M» mente at dette var bedre, mens elevene på skole «R» hadde en skår på 28,2%. I den generelle undersøkelsen svarte 27,4% at de ofte eller alltid opplevde bruk av digitale verktøy som bedre.

Å «**arbeide selvstendig med matematikkoppgaver**» med bruk av digitale verktøy er også en handlingsmulighet på elevnivået. Dette oppleves i størst grad av elevene på skole «M». Figur 14 viser at 55,2% fra skole «M» er enige i stor eller nokså stor grad at digitale verktøy bidrar til selvstendig arbeid. Skole «G» viser 39%, mens 20,7% av elever fra skole «R» mener at de bidrar i nokså stor eller stor grad. Svarene til elevene fra skole «R» gjenspeiles i det intervjuinformant 2, på tilhørende skole, sier: «*Ansvar for egen læring, nei kanskje nesten motsatt for det er så lett å «bare få den fila»*». Hun gir uttrykk for at elevene virker mindre

selvstendige ved arbeid på digitale verktøy, da elevene enkelt kan dele sine svar eller kopiere fra andre.



Figur 14: Svarfordeling under kategorien: «arbeide selvstendig med matematikkoppgaver»

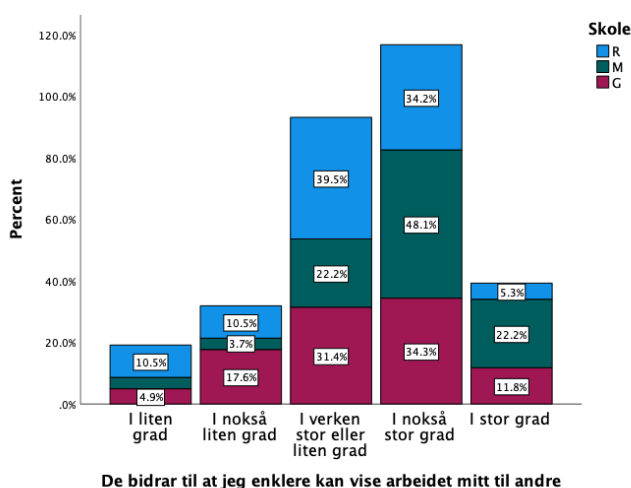
### 5.3 Klasseromsnivå

Handlingsmuligheter innenfor matematikk som gjentok seg i intervjuene, var muligheter for diskusjon, refleksjon og arbeid med feilsvar. Skolene benyttet seg av interaktive tavler, PC og/eller iPad i sin undervisning. Handlingsmuligheten formulerer vi som «**bruke interaktive tavler for klasseromsdiskusjon**». Metoden med interaktive tavler kunne bidra enklere deling av fagstoff, løsninger og framgangsmåter ifølge intervjuinformanter.

Intervjuinformant 3 sa: «*Kan vise oppgaver på tavlen, der de forklarer hva de har gjort og elever kan diskutere rundt svaret*». Intervjuinformant 3 opplyser at elever og lærere hadde mulighet til å dele matematiske løsninger digitalt, slik at de sammen som klasse kunne reflektere over svarene. Interaksjonene bidro også til enklere dialog mellom lærer og elev. Deling gjennom digital teknologi bidro også til at lærere kunne dele matematiske løsninger til elever som ikke var til stede i undervisningen. Alle intervjuinformanter opplyste om at digitale programmer bidro til at elevene fikk en større matematisk refleksjon og åpnet opp for dypere faglige diskusjoner. Intervjuinformant 1 sa følgende:

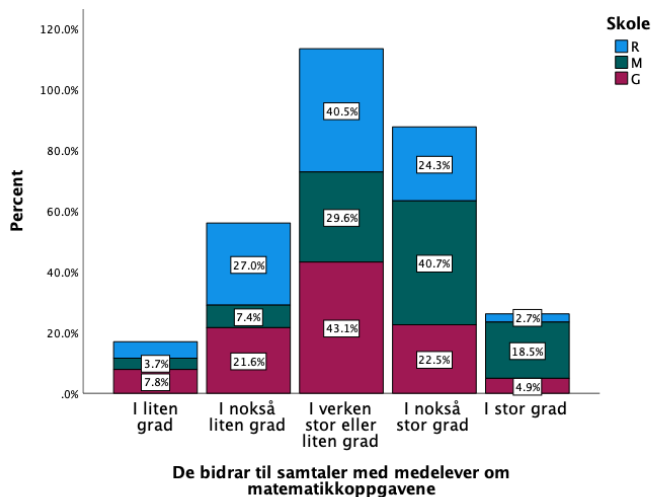
Ofte etter prøver så kan det være mange som har samme feilsvar, og da kan du kjøre opp feilsvaret anonymt foran klassen og ha diskusjon sammen om hvorfor man endte på dette svaret, da kommer jo det her med metakognisjon også inn.

Intervjuinformant 2 sa: «digitale verktøy legger til rette for elevsamarbeid i den form at de er mer tilgjengelig». Svarene viser at 48,1% av elevene på skole «M» og 34,3% av elevene i den generelle undersøkelsen, er i nokså stor grad enig i at digitale verktøy bidro til at elevene enkelt kunne vise arbeidet sitt til andre (Figur 15).



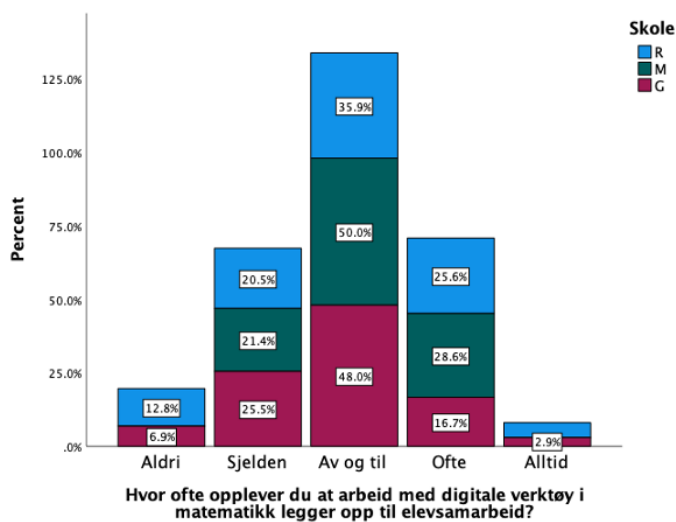
Figur 15: Svarfordeling under kategorien: «man kan enklere vise arbeidet sitt til andre»

Undersøkelsen viste at 59,2% av elevene fra skole «M» mente digitale verktøy bidro i nokså stor eller stor grad, til matematikksamtaler med medelever (Figur 16). Elever mente også at å «snakke og samarbeide med venner» var positivt ved bruk av digitale verktøy i matematikk. På bakgrunn av dette ble handlingsmuligheten «**diskutere matematiske løsninger med medelever og lærer**» til.



Figur 16: Svarfordeling under kategorien: «bidrar til samtaler med medelever»

Når elevene svarer direkte på hvor ofte de opplever at arbeid med digitale verktøy i matematikk legger opp til elevsamarbeid, svarer majoriteten av de tre gruppene *av og til* (Figur 17). Resultatene i diagrammet tyder på at det er delte meninger når det gjelder muligheten for å «samarbeide med medelever». Likevel viser svarene at handlingsmuligheten finnes, da over 25% av elevene på skole «M» og skole «R» opplever at de får denne muligheten *ofte* ved bruk av digitale verktøy i matematikk.



Figur 17: Svarfordeling under kategorien: «legger opp til elevsamarbeid i matematikk»

Det å «dele læringsmål og kriterier» ble også nevnt av lærerne som en handlingsmulighet innenfor klasseromsnivå. Som nevnt under teknologisk nivå benyttet lærerne seg av ulike plattformer, der læringsmål ble synliggjort og at elevene hadde enkel tilgang til arbeidsoppgaver. Dette bidro til at elevene i større grad visste hva de skulle gjøre i undervisningsøktene og hvilke mål som var gjeldende. En elev sa: «det er lettere for læreren å

*dele ut arbeid og for læreren å se at arbeidet blir gjort*». Dette kan bety at både elever og lærere følte at elevene fikk med seg essensen i matematikktimene.

Begrensningene som oppsto i interaksjoner med teknologien på klasseromsnivå var blant annet utfordringer som at elevene kunne «**dele svar med medelever**». En annen utfordring omhandlet om elevene var i stand til å «**gjennomføre målsatt arbeid**», grunnet lærernes manglende oversikt over elevarbeid i undervisningen. Svar fra spørreundersøkelsen viste at elevene fort kunne bli distraheret med tanke på spill og andre faktorer. Elevene skrev blant annet: «*det blir fort mange andre forstyrrelser*», «*man blir tiltrukket av spill på nettsider*», «*mange sitter å gjøre andre ting på PC-en enn skolearbeid, og ikke bare ødelegger for seg selv, men de gjør andre ukonsentrert og ødelegger for de også*». Andre svar fra elevenes åpne spørsmål var: «*mye forstyrrelser og enklere å jukse*» og «*det er enklere å jukse*».

Dette temaet ble også nevnt av alle intervjuinformanter. Intervjuinformant 1 sa:

*jeg ser jo at det med GeoGebra nå, så leverer de ganske like resultater så jeg er veldig spent på om de deler det da. At de bare gir bort svarene rett og slett ... og noen tror jeg selger også*».

Intervjuinformant 3 sa følgende: «*vi må forsikre oss at det er valid, det som eleven kommer med og at det kan knyttes til elevens kompetanse. Vanskelig å vite om det er «den eleven» som har gjort oppgaven, og ingen andre*». Intervjuinformant 2 belyste også denne usikkerheten: «*det er jo også en større sjanse for at de kopierer fra hverandre. Så det må vi jo bestandig tenke på da, at det er fort gjort å få en fil fra den andre og levere den inn*».

Noen elever trakk frem ulike utfordringer: «*... vi må være avhengige av strøm, internett osv.*», «*man må være tilkoblet ett nettverk, støtter ofte på problemer*», og «*det kan hende at man ikke har strøm på PC*». Dette var noe intervjuinformant 1 kunne bekrefte:

*PC er en begrensning i seg selv, fordi at i en stor klasse så har du ofte noen som kommer med uladet utstyr, har mistet brukernavn og passord, eller kanskje de ikke har den samme nettilgangen hjemme så de får gjort det samme. Så de starter jo på ulike utgangspunkt, i forhold til hvis de hadde gjort arbeidet på papir.*

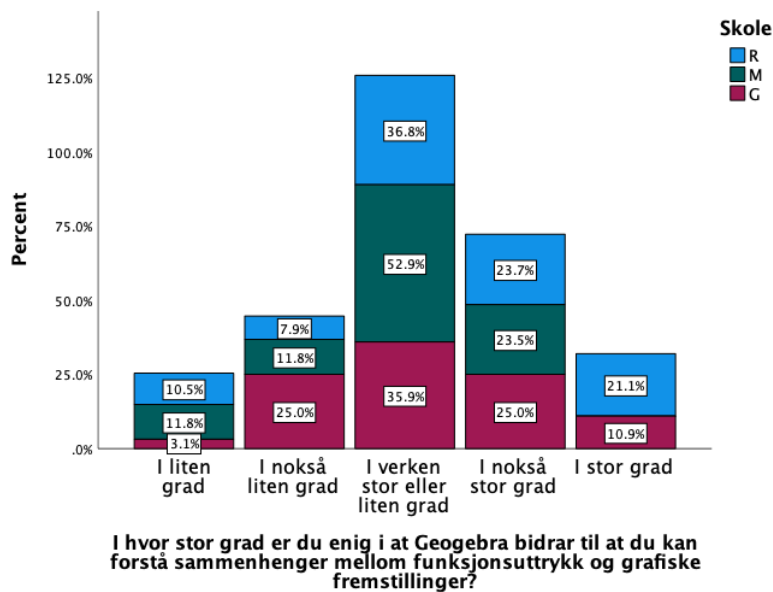
Gjennom intervjuene ble det nevnt at klassene til intervjuinformant 1 og 2 (fra skole «R»), ikke lenger opererte med iPad, bare PC. Da de hadde iPad, kunne lærerne benytte seg av applikasjonen «classroom». Applikasjonen ga de muligheten til å se hva elevene arbeidet med på skjermen i sanntid, noe de ikke hadde tilgang til lenger. På bakgrunn av det ble



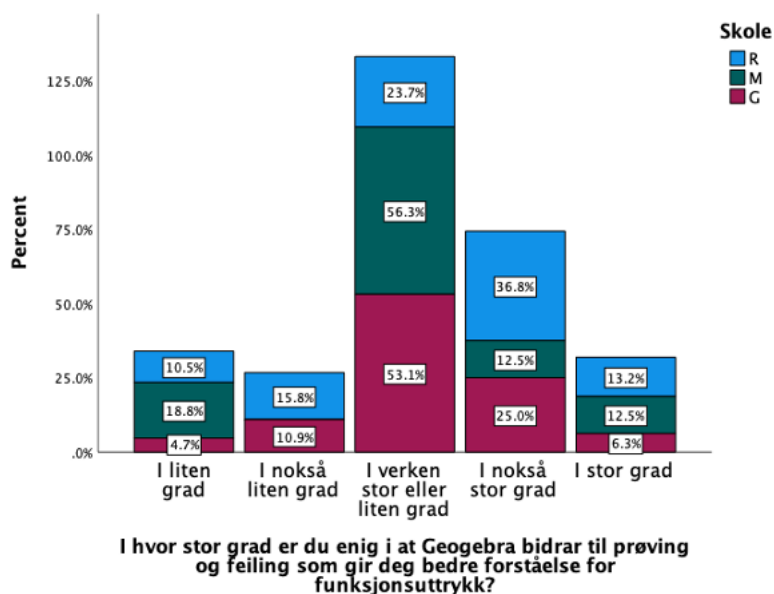
intervjuinformanter spurt om de benyttet seg av GeoGebra Classroom, noe ingen bekreftet at de gjorde. Intervjuinformant 2 beskrev bruken av applikasjonen «classroom» slik: «vi hadde jo det når vi hadde iPad, så er det en sånn «classroom», men det var jo litt sånn ... Følte vi overvåket dem. Da kunne vi jo gå inn på skjermene deres og se».

#### 5.4 Matematisk nivå

Ifølge intervjuinformanter bidro digitale programmer til dypere forståelse i matematikk, hovedsakelig gjennom visualiseringer og bruk av ulike representasjoner. Som handlingsmulighet kaller vi det å «**bruke visualiseringsverktøy**». Intervjuinformanter var enige om at GeoGebra bidro til at elever enkelt fikk visualisert grafer, tabeller og likninger. Intervjuinformant 1 sa for eksempel: «Vi bruker det jo for å få visualisering av ting. Mange elever liker det og lærer av det. Også slipper man mye utregning for hånd, for eksempel likninger». Dette samsvarer med spørreundersøkelsen der elever sa: «det kan være lettere å lage større grafer og tabeller» og «oversiktlig er noen oppgaver bedre digitalt».



Figur 18: Svarfordeling under kategorien: «GeoGebra bidrar til å forstå sammenhenger»



Figur 19: Svarfordeling under kategorien: «GeoGebra bidrar til prøving og feiling»

Figur 18 viser at 23,5% på skole «M», 44,8% på skole «R» og 35,9% i «G» er enig i nokså stor eller stor grad rundt påstanden om at Geogebra bidrar til at de kan forstå sammenhenger mellom funksjonsuttrykk og grafiske fremstillinger.

Både intervjuinformant 1 og 2 på skole «R» tok opp handlingsmuligheter når det gjaldt visualisering:

*Det er noe med det visuelle. De får sett og testet, og de får liksom tegnet opp en graf og et funksjonsuttrykk. Det skjer jo fort, man kan endre på det og de kan få opp et bilde med en gang hvordan grafen ser ut.*

Intervjuinformant 2 tilførte: «de bør aller helst i tillegg ikke være kjedelig. De er avhengig av å få noe visuelt i det hele».

Informasjon fra intervjuinformanter omhandlet også effektiviteten ved bruk av ulike applikasjoner. Dette er en handlingsmulighet vi har valgt å kalle «**gjøre matematikkoppgaver effektivt**». Med dette mentes det at ulike applikasjoner ga muligheter å gjennomføre oppgaver på en raskere måte. Svar fra elever bekreftet dette: «jeg synes det er bra siden jeg gjør oppgavene mye fortere» og en av elevene skrev «man kan gjøre funksjoner veldig mye lettere enn hvis du skulle ha gjort de for hånd».

Intervjuinformant 2 forklarte sammenhengen mellom visualisering og effektivitet slik:

*I Excel kan man holde på med diagram. Så kan vi jo tegne diagram der. Så bruker vi regneark når vi har om økonomi for eksempel, og lærer å bruke former i Excel. GeoGebra bruker vi til å tegne figurer og utforske dem. Det er greit å få visualisert grafer. Akkurat det visuelle og at forståelsen blir bedre. Tenk regneark da, når du lager formler og slik, så vil jo det øke forståelsen for matematikken.*

Med dette menes at visualiseringen bidro til større forståelse og økt kompetanse innenfor ulike matematiske temaer. Påstander fra elevene viste til at de hadde samme inntrykk ved bruk av digitale programmer for visualisering og effektivitet. Det ble nevnt i spørreundersøkelsen under åpent spørsmål:

*Å skrive inn svar er raskere, du kan ha mer kontroll på arbeide ditt, det hjelper med oppgaver», og «det er mye enklere å komme i gang. Det er mye enklere å finne ut hva som er feil, og hva som må gjøres for å gjøre det rett.*

Informant 3 sa følgende om sitt syn på bruk av slike applikasjoner i undervisningen: «*Det er ganske effektivt når man skal lage tabeller, diagram og geometriske former*».

I tillegg viste resultater (Figur 19) at 36,8% av elevene fra skole «R» syntes Geogebra bidro i nokså stor grad til prøving og feiling, som gir de bedre forståelse for funksjonsuttrykk. Handlingsmuligheten, som også kan oppleves som begrensning av noen ifølge diagrammet, skapes i interaksjon med Geogebra. Denne kalles «**utforske matematiske sammenhenger**». Resultatene viste forskjeller mellom utvalgene der 12,5% av elevene på skole «M» svarte i nokså stor grad, hvor «R» hadde 36,8% og «G» 25%.

Informantene opplevde at visualiseringen og tilgangen til en større mengde oppgaver kunne bidra til en dypere matematisk forståelse for elever. Intervjuinformant 2 på skole «R» ga denne tilbakemeldingen:

*GeoGebra legger til rette for en dypere elevforståelse når vi arbeider med funksjoner da vi får brukt mer tid på å se på dem og tolke dem, i motsetning til når de arbeidet i boka og måtte tegne dem. Da brukte de mer tid på å tegne, så måtte vi liksom videre. Så nå syns jeg at vi får brukt mer tid på å tolke og å forstå grafene, og det ser jeg jo på den gjengen jeg har og at de forstår.*

Som vi ser i Figur 18 og Figur 19, viser begge høyere skår for skole «R» på enig i nokså stor grad eller stor grad i at GeoGebra bidro til dypere matematisk forståelse for funksjoner, sett i forhold til skole «M» og den generelle undersøkelsen. Intervjuinformant 3, tilhørende skole

«M» opplyste: «*Geogebra er bra for at man slipper å tegne 17 trekkanter for hånd, og kan enkelt gjøre det med fem tastetrykk, så gjør at man kan bruke resten av tiden på diskusjon og forståelse. Det samme gjelder regneark*». Dette kan bety at elevene på skole «M» har en annen opplevelse enn læreren, når det gjelder å oppnå en bedre forståelse for funksjonsuttrykk ved prøving og feiling i Geogebra.

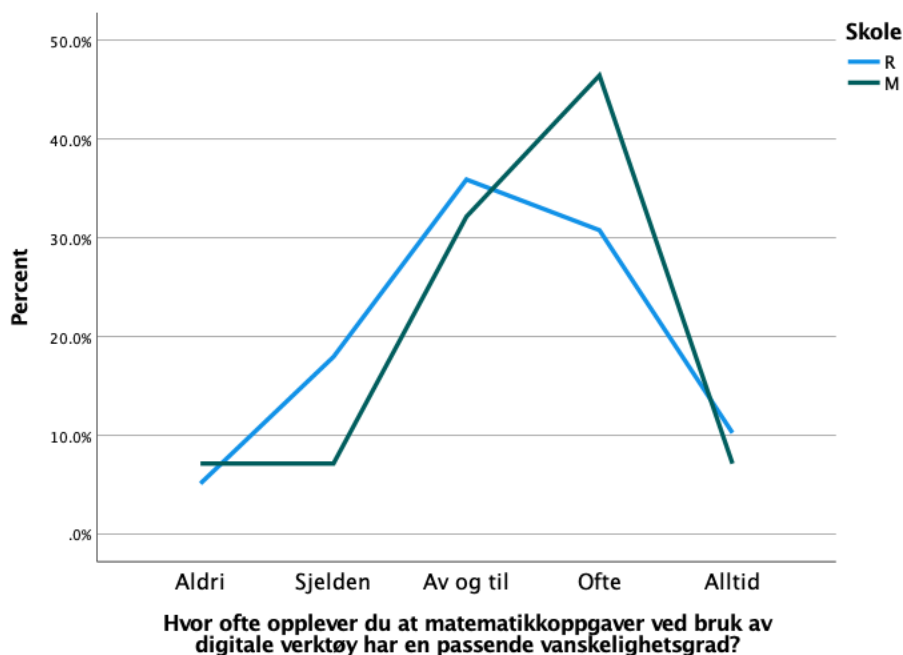
Det ble nevnt at ulike applikasjoner, spesifikt Kikora, var laget for å «**skape matematiske samtaler**». Kikora inneholder tilgang til ulike oppgaver som kan gjennomføres med enkeltelever, som elevsamarbeid og i klassen. Intervjuinformant 1 og 3 opplyste om «*hvem skal ut*» på Kikora, og at denne oppgaveformen bidro positivt til dette formålet. I disse oppgavene skal elevene diskutere og reflektere over hvilket element som ikke passer inn i en mengde. I tillegg var det interesse blant intervjuinformanter rundt arbeid med feilsvar, for å skape diskusjoner og refleksjoner i klasserommet.

### **5.5 Vurderingsnivå**

Alle intervjuinformanter mente at digitale verktøy bidro til enklere tilrettelegging av matematikkoppgaver, både for klassen som helhet og enkeltelever. Handlingsmuligheten som opprettes er «**tildel oppgaver på ulike nivå**» (lærer-teknologi interaksjon). Disse oppstår når digitale programmer åpner opp for enkel tildeling av oppgaver. Dette kan gjelde elever med behov for tilpasset opplæring, ved fravær eller behov for mengdetrening i spesifikke tema. Elevene har også mulighet til å velge vanskelighetsgrad i applikasjonen Kikora, som betyr at de kan «**justere vanskelighetsgrad etter behov**». Teknologien bidro til tilrettelegging uten at dette skapte et ubehag for elever med utfordringer, eller en følelse av å skille seg ut. Som intervjuinformant 3 sa:

*... Kan dele individuelle oppgaver med hver enkelt elev, at den gir gode muligheter til å pushe ut oppgaver på ulike nivåer, ulike vanskelighetsgrader, til elevene uten at det blir så synlig. Man kan gi helt ulike oppgaver til dem.*

Dette var også noe som ble nevnt av de andre to intervjuinformantene.



Figur 20: Oversikt over skole «R» og «M» ang passende vanskelighetsgrad

Figur 20 viser svarfordelingen mellom elevene på skole «R» og «M», på spørsmål om hvor ofte de opplever at matematikkoppgaver har en passende vanskelighetsgrad ved bruk av digitale verktøy. Illustrasjonen ekskluderer svarene fra den generelle undersøkelsen, slik at elevenes opplevelser tydeliggjøres. På nevnte spørsmål svarte 41,1% av elevene på skole «R», 53,5% på skole «M» og 43,1% av elevene i den generelle undersøkelsen, ofte eller alltid.

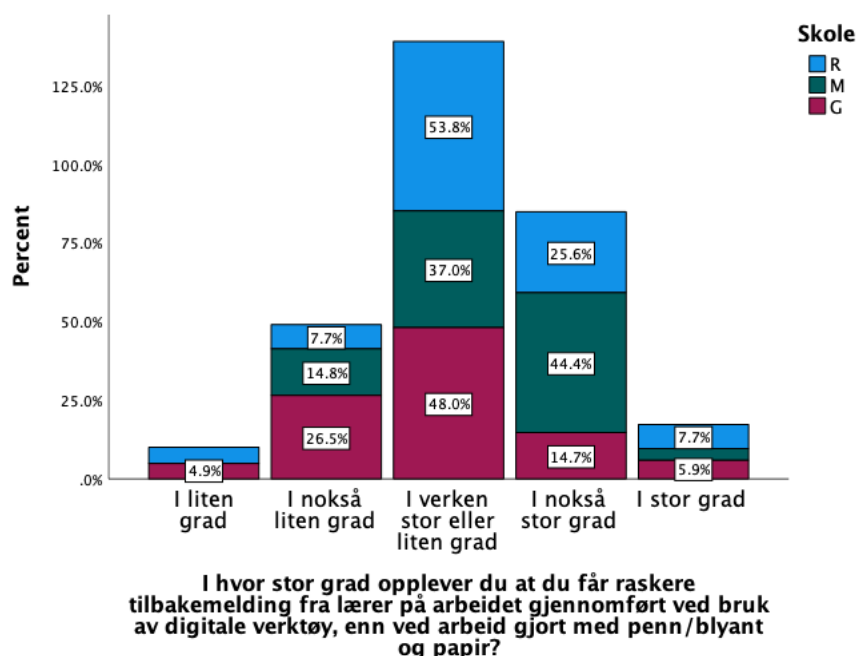
Det ble kommentert at før iPad ble innført i skoleverket, hadde elever med ulike behov egne PCer. Dette skapte en differensiering og synliggjøring for hvem som hadde behov for ekstra oppfølging. Intervjuinformant 1 sa: «... og at det er lettere for oss å tilpasse til de som vi tidligere ikke har fått tilpasset for, de som sitter hjemme for eksempel. De har vi og i klasserommet, bare hjemme». Det vil altså si at den tilpassede opplæringen ikke bare gjaldt elever som var fysisk til stede, men også elever som var hjemme eller som av ulike årsaker ikke deltok i klasserommet. Denne handlingsmuligheten velger vi å formulere som «**tilrettelegge for elever uavhengig av tid og sted**».

Rask tilbakemelding og fleksibilitet i tilgang på arbeid framkommer som viktig for lærerne og elevene. Handlingsmulighetene «**gi tilbakemelding hurtig**» og «**se elevarbeid, uavhengig av tid og sted**» ble formulert. I dataene kunne vi se at lærerne mente at rask tilbakemelding kunne bidra til formativ vurdering. Tilgang til elevenes arbeid ble på den andre siden nevnt både av elever og lærere. Elever sa at de kunne sende inn lekser uansett tidspunkt eller sted, samt at det var enklere å kommunisere med lærere i eller etter skoletid.

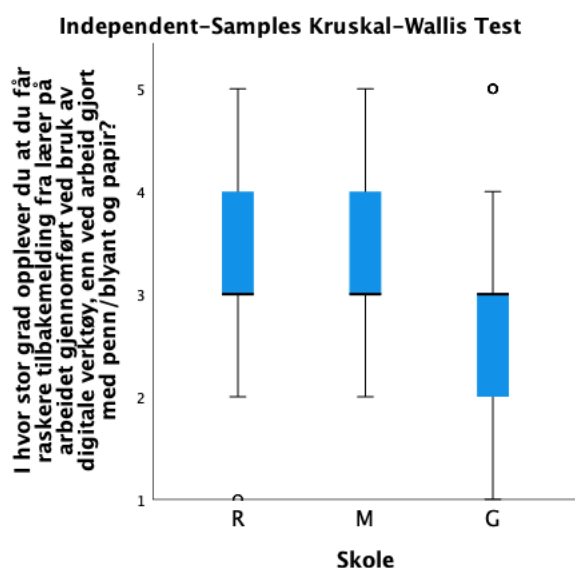
Intervjuinformant 1 og 3 kommenterte angående raskere tilbakemelding, hvor intervjuinformant 3 sa: «*timingene har mye å si på en tilbakemelding, og det er et godt eksempel på at digitale verktøy er til god nytte i en undervisningssituasjon og undervisning*» og intervjuinformant 1 vektla:

*med digitale verktøy så er det mer lettvent å gi elevene raskere tilbakemelding. Enten om jeg skriver de selv eller om programmet gir de tilbakemelding og bekreftelse på det de gjør, og de trenger jo bekreftelse veldig mange av de da.*

Elevene fra alle skolene responderte med blant annet følgende: «*det er enklere å få hjelp*», «*det er positivt for vi får enklere svar*», «*det er lettere å forstå og dem hjelper deg mer*», «*at vi får se etterpå om det var riktig eller galt*», «*de kan hjelpe med å forklare hvordan du gjør en oppgave*», «*man kan dobbeltsjekke om svaret er riktig*», «*enklere å få tilbakemelding*» og «*å bruke digitale verktøy er mye bedre enn å jobbe med blyant og papir, fordi sitter man fast på en liten oppgave kan man få et lite hint eller hjelp, sitter man fast på en oppgave i skriveboka, da sitter man fast*». De åpne svarene fra elevene bekrefter at de opplever handlingsmuligheten «**få bekreftelse og/eller svar**», når de er i interaksjon med teknologien.



Figur 21: Svarfordeling under kategorien: «Opplever å få raskere tilbakemelding fra lærer»



Figur 22: Fordeling av gjennomsnittlige svar, 1-5 (i liten til stor grad) under kategorien «Opplever å få raskere tilbakemelding fra lærer»

Funnene fra spørreundersøkelsen (Figur 21 og Figur 22) kan være med på å bekrefte handlingsmuligheten å «**få raskere tilbakemelding**» fra lærer. Skole «M» lå på 44.4%, mens 25.6% fra skole «R» var enig i nokså stor grad. Lærerne var enige i at programmer som Kikora, bidro til raskere tilbakemelding og at det kunne være avgjørende for elever. Intervjuinformant 1 sa: «med Kikora for eksempel, får jeg raskt overblikk over hva de får til og ikke, selv om Kikora er et verktøy der de får et svar, men grønn hake for at de har rett». Det kom også fram fra intervjuinformant 2 på spørsmål om arbeid med egen tilbakemelding:

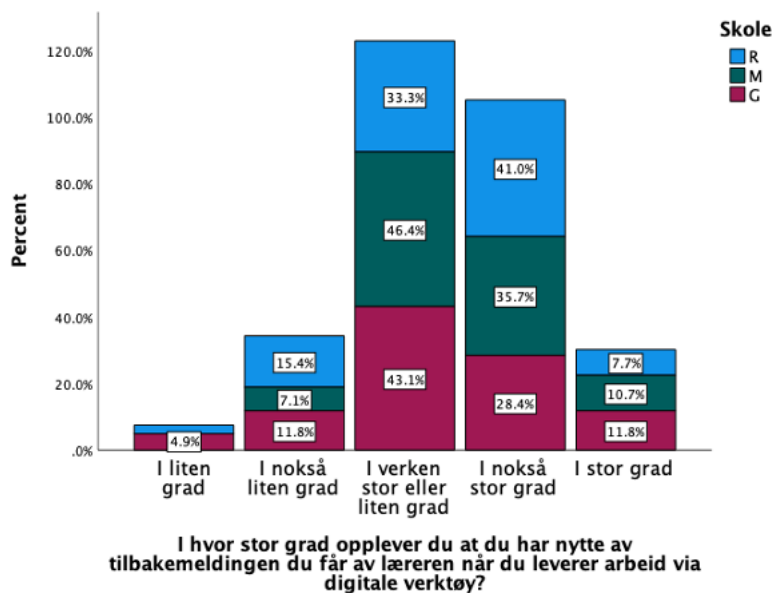
*der tror jeg vi kunne gjort en bedre jobb, eller jeg da. Jeg skal bare prate for meg selv. Jeg burde satt av mer tid til det, vi gjør det for lite. Det er liksom for hektisk også blir det kanskje ikke prioritert. Selv om jeg vet at det kan være nyttig for elevene.*

Dersom vi sammenligner resultatene til elevene på skole «R» og «M», i forhold til den generelle undersøkelsen «G», opplever majoriteten av de i større grad enn «G», at de får raskere tilbakemelding fra læreren ved arbeid i digitale programmer (Figur 22). Svarene fra skole «R» og «M» har nøytralt mot positivt gjennomsnitt (fra 3 til 4, hvor 3 er i verken stor eller liten grad og 4 er i nokså stor grad), mens svarene fra den generelle undersøkelsen viser nøytral mot negativt gjennomsnitt (i verken stor eller liten grad til i nokså liten grad).

Lærerne nevnte at de effektivt brukte digitale verktøy for å gi tilbakemeldinger etter prøver. Intervjuinformant 1 sa:

*vi setter av tid til at de skal gå inn på Zokrates å lese tilbakemeldingene de får på prøver og at de i samme slengen får tilbake prøven. Eventuelt kjører vi to stjerner og et ønske. Mange av de kaster prøven når de får den tilbake, og så ser de på tallet.*

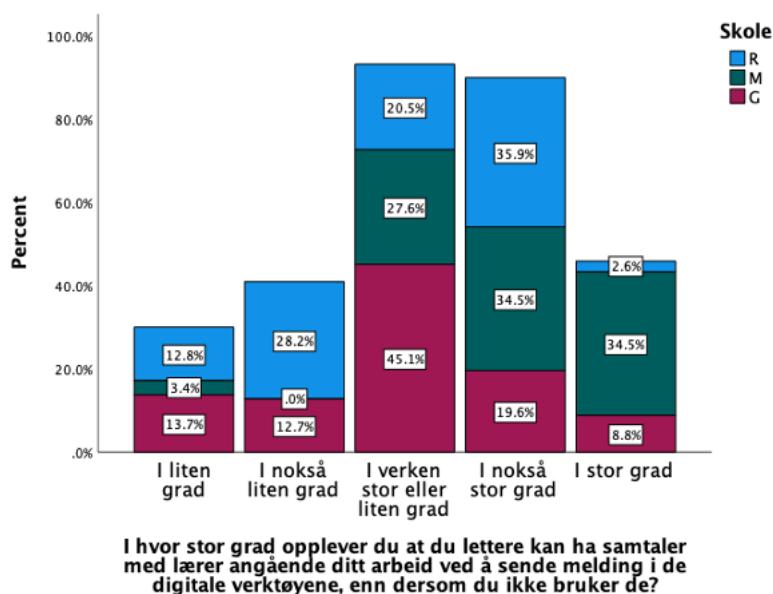
På bakgrunn av dette undret vi oss om dette kunne digitaliseres, og intervjuinformanten svarte: «de kan skrive, eller det går an. Vi har ikke brukt det da, men det skal jeg begynne med». Funnene tydet på at intervjuinformant 1 i større grad brukte digitale verktøy for summativ vurdering. Intervjuinformant 3 derimot, sa: «de må selv gi egne tilbakemeldinger, og oppgavene deles med hverandre der de skal gi tilbakemelding til hverandre». Her nevnte intervjuinformant 3 muligheten elevene har med å «**dele oppgaver for medelevvurdering**». Intervjuinformant 1 opplyste om «to stjerner og et ønske», som går ut på å gi seg selv to positive tilbakemeldinger og en ting som har forbedringspotensial, som oftest skjedde med penn og papir.



Figur 23: Svarfordeling under kategorien: «opplever nytte av tilbakemeldingen fra lærer»

Det viste seg at 48.7% fra skole «R» og 46.4% fra skole «M», i nokså stor eller stor grad, opplevde tilbakemeldingene fra lærerne som nyttige (Figur 23) Da vi gjennom intervjuet fikk informasjon om at de benyttet digitale verktøy i større grad innenfor summativ vurdering, kunne vi ikke med sikkerhet påstå at elevene vektla summativ eller formativ vurdering i sine besvarelser.





Figur 24: Svarfordeling under kategorien: «lettere å ha samtaler med lærere»

Søylediagrammet (Figur 24) viser at elevene føler de lettere kan føre samtaler med lærerne gjennom digitale verktøy, der hele 69% fra skole «M» mente at de i stor eller nokså stor grad kunne kontakte dem. Dette kunne man også se i svarene fra de åpne oppgavene i spørreundersøkelsen: «*jeg kan levere inn oppgavene mine hvor som helst og når som helst*», og «*det er bra fordi det er uavhengig av tid og sted*». Lærerne informerte om at leksene leveres i OneNote eller Showbie, noe som betydde at de hadde elevarbeid umiddelbart tilgjengelig for vurdering. En elev hadde følgende kommentar: «*det er ikke alltid jeg får vist hvordan jeg regner*».

Intervjuinformant 3 nevnte:

*la oss si at man har hatt vikar en time, jeg vil se hva de har jobbet med, da er det ingen som kan unnskyldte seg om at arket ble borte og slikt. De kan skrive i boksen, ta bilde av det og levere digitalt.*

Det betyr at de kunne gjøre leksene sine med penn og papir, men at det ble levert digitalt slik at man hadde det på en og samme plattform. Intervjuinformant 1 sa også:

*jeg synes det er nyttig at elevene leverer arbeidet sitt digitalt. Da får du raskere oversikt over det de har gjort, i tillegg så slipper man å ta med seg en plastpose med bøker hjem. Jeg synes og at rapportene som gis på de ulike appene er nyttig, fordi du får full oversikt over hvilke typer oppgaver de får til å løse eller ikke. Det kan være på Skolenmin og Kikora.*

På bakgrunn av dette finnes handlingsmuligheten «**få rapport på elevarbeid**».

Lærerne sa at de kommuniserte en del over teams eller andre kanaler, blant annet intervjuinformant 1:

*på teams kommuniserer vi en del, så jeg får jo en del spørsmål. Får til å hjelpe dem, og der må man jo begrense seg litt som lærer og, at man ikke er tilgjengelig hele døgnet. Men i forkant av en prøve og sånt er det ofte jeg får spørsmål, og kan hjelpe de litt, sende løsningsforslag og da er det teams vi bruker til det.*

Kommentaren bekrefter at lærerne kan «**kommunisere med elever uavhengig av tid og sted**».

Man kunne se at digitale verktøy bidro til sterkere kommunikasjon mellom lærer – elev, og at terskelen for å kontakte læreren angående matematiske utfordringer, var lav.

En begrensning på vurderingsnivå var hvorvidt elevene faktisk så på tilbakemeldingene fra lærerne, her kalt «**bekreftede lest tilbakemelding**». Dette var en utfordring alle intervjuinformanter ga uttrykk for. Teknologien skaper i denne situasjonen likevel en mulig handling for elevene, at de kan «**se tilbakemeldinger**». Teknologien på den andre siden utgjør en begrensning i lærerinteraksjonen, da de hadde utfordringer med å bekrefte at tilbakemeldingen var lest. En annen utfordring som kom til uttrykk hos lærerne, var vanskeligheter med å kunne bekrefte om elevene hadde levert inn oppgavene. Handlingsmuligheten kalte vi «**bekreftede at oppgaver er levert**». Intervjuinformant 2 sa: «*man må inn på hver enkelt elev hvis man skal være helt sikker på at de har levert. Hvis de har skrevet en kommentar, er det merket med at de har vært inne*». Det innebar at hvis lærerne ikke gikk inn på hver spesifikk elev for å se om leksene var levert, kunne elevene legge igjen useriøse kommentarer slik at lærerne fikk et inntrykk om at de hadde gjort leksene.

En annen begrensning var manglende bekreftelse på om elevene selv hadde gjennomført arbeidet som ble sendt inn. Begrensningen blir kalt «**knytte arbeid til enkeltelever**». Alle intervjuinformanter delte en usikkerhet om det var kopiering eller salg av oppgaver. Dette bidro til at lærerne ikke visste om vurderingen de ga til hver enkelt elev var valid, da de ikke kunne vite om det var eleven selv som hadde gjennomført oppgavene. Intervjuinformant 3 sa følgende:

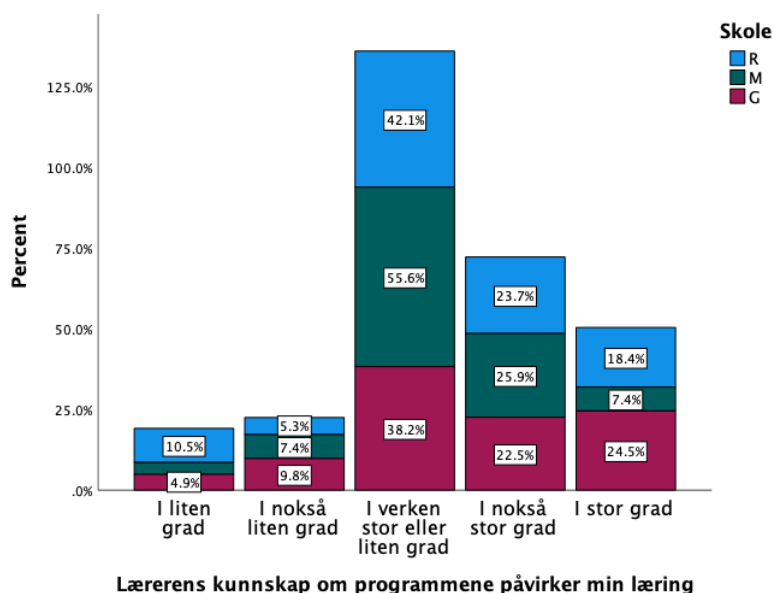
*... tenker jeg er ganske viktig med alle digitale verktøy, at jeg vil vite om det er «Ola» som har gjort det. Vi har jo eksempler på elever som har en onkel som jobber i IT-bransjen, som leverer inn et strålende regneark som er helt WOW, men eleven vet ikke engang hvordan man skal kopiere en formel. Jeg mener at all vurdering er en*

helhetstenkning, men det er mange måter å gjøre det på. Så i vurderingen er alt fra innlevering, til presentasjoner, arbeid i timene, prøver og ja.

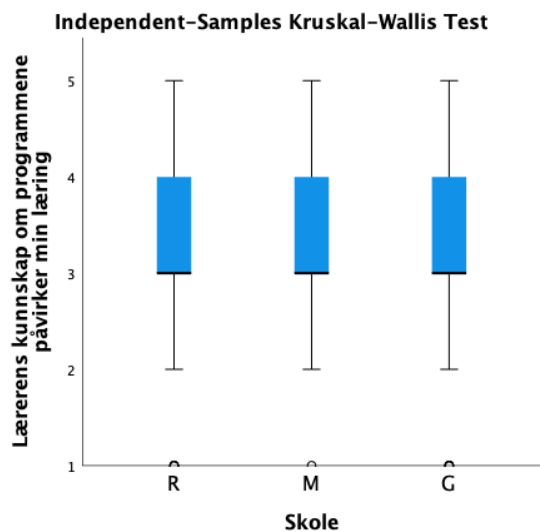
Når eleven er i interaksjon med teknologien, og på denne måten kan kommunisere med lærer, kalles handlingsmuligheten «kommunisere med lærer uavhengig av tid og sted». Intervjuinformant 3 opplyste om: «Jeg har for eksempel en elev nå som er utenlands på en behandlingsreise, der bruker vi jo teams for å kommunisere».

### 5.6 Lærers digitale kompetanse

Noen elevkommentarer indikerte et behov for økt lærerkompetanse ved bruk av digitale verktøy i matematikk. Elever i den generelle undersøkelsen skrev blant annet: «... manglende kunnskap om programmene blant både elever og lærere», «lærerne er ikke så flinke med digitale verktøy», og «...de kan være vanskelig å forstå hvis man ikke får grundig opplæring og hjelp fra starten av». Det var også en elev fra skole «R» som kommenterte: «... det er vanskelig når læreren ikke er helt sikker selv». I Figur 25 ser vi at 47% av elevene i den generelle undersøkelsen er enig i nokså stor eller stor grad om at lærers digitale kunnskap påvirker deres læring.



Figur 25: Svarfordeling under kategorien: «lærers kunnskap om programmene påvirker min læring»



Figur 26: Fordeling gjennomsnittlige svar fra 1-5 (i liten til stor grad) under kategorien «lærernes kunnskap om programmene påvirker min læring»

Selv om alle tre utvalg hadde høyest skår på nøytralt svar, ser vi av Figur 26 at det er størst andel svar fra alle tre, for nøytral mot enig i nokså stor grad- og at lærerens kunnskap om programmene påvirker deres læring.

Lærerne svarer at de generelt har fått for lite opplæring i digitale programmer. De meddeler at en god del av kunnskapen er opparbeidet gjennom prøving og feiling, samt ved å vise og lære bort til hverandre. Intervjuinformant 3 sa følgende: «*det må rett og slett bare prøves*» og intervjuinformant 1 opplyste om at:

*... gjennom å melde seg på studier underveis da. Så i fjor fikk jeg mye kunnskap om de fleste læringsapplikasjonene som kan brukes, gjennom å studere IKT. Og programmering. Ja, det er jo sånn at vi lærer oss opp. Prøver å holde oss oppdatert hele tiden».*

Mens intervjuinformant 2 sa: «*fikk en del kurs når vi fikk iPad. Fikk kurs i noen av applikasjonene. Ellers må man bare prøve og feile litt selv og bruke hverandre.*

Når det gjaldt opplæring i bruk av digitale programmer ved formativ vurdering, var intervjuinformanters svar veldig varierende. Noen hadde blant annet fått opplæring i hvordan ulike applikasjoner ble håndtert og hvordan man på best mulig måte skulle analysere resultatene fra elevene.

Intervjuinformant 2 sa: «ingen ... vi fikk vel noe opplæring i GeoGebra når det kom på banen, men ikke i forhold til formativ vurdering». Intervjuinformant 1, som hadde tatt videreutdanning uttalte:

*gjennom studie har jeg jo fått opplæring, men jeg har ikke fått opplæring gjennom jobb. Også bruker jeg jo det jeg har lært gjennom studiene på jobb, da kan man jo hjelpe hverandre. I kollegiet, når man har lært noe nytt om en ny applikasjon og ja, spre ordet.*

Selv med lite opplæring og kurs i bruk av digitale verktøy på en effektiv måte, var flere elever fornøyde med lærernes kompetansenivå i den generelle undersøkelsen: «... uten hjelp fra læreren vår, som virkelig kan det, så er det veldig uforståelig i mange tilfeller», og «læreren vår er veldig flink med slike verktøy, så jeg har en positiv innstilling til digitale verktøy. Dette gjør at vi kan få en ordentlig og grundig læring nettoppgaver og programmer, jeg opplever at dette hjelper meg på generelle prøver som vi har ...». Dette ga dog ikke muligheter til å dra slutninger mot skole «R» og «M», siden kommentarene kommer fra den generelle undersøkelsen.

### **5.7 Oversikt over identifiserte handlingsmuligheter og begrensninger**

Identifiserte handlingsmuligheter og begrensninger når aktørene er i interaksjon med teknologien oppsummeres i Tabell 1.

Nivå	Lærer- teknologi interaksjon		Elev- teknologi interaksjon	
	Handlingsmuligheter	Begrensninger	Handlingsmuligheter	Begrensninger
<b>Teknologisk</b>	Dele læringsmål og kriterier	Lagre arbeid  Kombinere ulike digitale programmer  Bruke mange verktøy for målsatte behov	Levere arbeid uavhengig av tid og sted  Finne matematikkoppgavene  Navigere verktøy  Oppfatte mål	Holde oversikt i mange applikasjoner  Lagre arbeid
<b>Elev-</b>	Kommunisere med elever uavhengig av tid og sted		Samarbeide med medelever  Arbeide selvstendig med matematikkoppgaver  <i>Skrive med tastatur</i>	<i>Skrive med tastatur</i>
<b>Klasseroms-</b>	Bruke interaktive tavler for klasseromsdiskusjon  Dele læringsmål og kriterier		Diskutere matematiske løsninger med medelever og lærer  <i>Gjennomføre målsatt arbeid</i>	<i>Gjennomføre målsatt arbeid</i>  Dele svar med medelever
<b>Matematisk</b>	Variere metode for økt matematikkforståelse  Skape matematiske samtaler		Gjøre matematikkoppgaver effektivt  Bruke visualiseringsverktøy  Utforske matematiske sammenhenger	
<b>Vurderings-</b>	Tildele oppgaver på ulike nivå  Tilrettelegge for elever uavhengig av tid og sted  Få rapport på elevarbeid  Gi tilbakemelding hurtig	Bekreftelse til tilbakemelding  Knytte arbeid til enkeltelever  Bekreftelse at oppgaver er levert	Se tilbakemeldinger  Kommunisere med lærer uavhengig av tid og sted  Få bekreftelse og/eller svar  Få raskere tilbakemelding  Dele oppgaver for medelevvurdering  Justere vanskelighetsgrad etter behov	

Tabell 1: Identifiserte handlingsmuligheter og begrensninger

## 6. DISKUSJON

I det følgende kapittelet vil funnene i masteroppgaven diskuteres, med støtte i relevant forskning og teori. Underkapitlene organiseres ved å bruke handlingsmuligheter identifisert i analysen, da det skal diskuteres om de legger til rette for formativ vurdering i matematikk. Her vil drøfting siktes mot å se på hvordan digitale verktøy bidrar til å støtte de formative vurderingsstrategiene til Wiliam & Thompson (2007).

	Hvor skal eleven?	Hvor er eleven akkurat nå?	Hvordan kommer eleven seg dit?
Lærer	1. Avklare læringsmål og kriterier for suksess	2. Tilrettelegge for effektive klasseromsdiskusjoner og andre læringsoppgaver som samler bevis for elevforståelse	3. Gi tilbakemelding som sørger for læringsprogresjon
Medelev	• Forstå og dele læringsmål og kriterier for suksess	4. Aktivisere elever som lærende ressurser for hverandre	
Elev	• Forstå læringsmål og kriterier for suksess	5. Aktivisere elever som eier av deres egen læring	

Figur 27: De fem nøkkelstrategiene i den formative vurderingsteorien (oversatt til norsk fra forfatterne) (Wiliam & Thompson, 2007)

For å gjenta de formative vurderingsstrategiene før drøfting, legger vi ved Figur 27, som også ble presentert i kapittel 2. Videre vil det henvises til ulike formative vurderingsstrategier ved bruk av parentes og tilhørende nummer (1-5), for eksempel (1) når det er snakk om å avklare, forstå og dele læringsmål og kriterier. Kapitlet avsluttes med en oversikt over hvilke strategier som nevnes, hvor ofte de blir drøftet og diskusjon rundt årsaken.

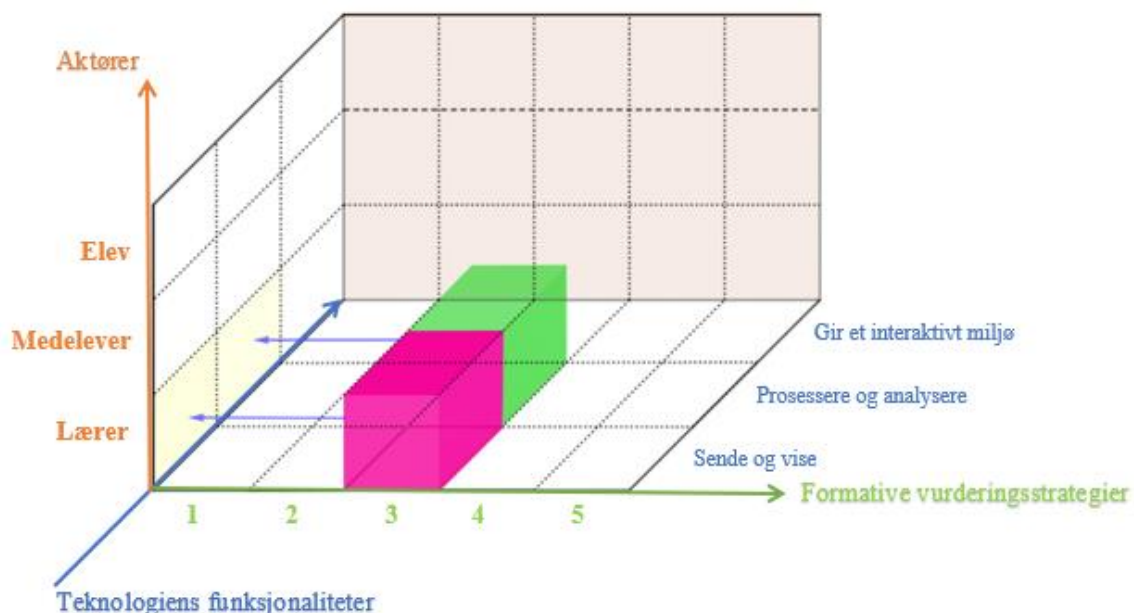
### 6.1 «Tilrettelegge for elever uavhengig av tid og sted»

Å tilpasse opplæringen, med støtte gjennom digitale verktøy, kan ha positiv ringvirkning på elevenes læringsutbytte og lærerens arbeidsform (Kongsgården & Krumsvik, 2013). Det bekreftes i forskning at bruk av digitale verktøy gir lærere større mulighet til å tildele ulike læringsløyper tilpasset hver enkelt elev, samt tilpasse undervisningen ut fra elevenes behov på en mer tidseffektiv måte (Hartberg et al., 2012; Olsen & Lekang, 2019). Den tilpassede opplæringen utformet av lærerne, skal gjelde for elever med både stort læringspotensial og elever med behov for tidlig innsats. Den tilpassede opplæringen er ikke bare gjeldende for

elever som krever ekstra oppfølging (Utdanningsdirektoratet, 2020b). Digitale programmer bidrar til å kunne tildele ulike læringsløyper og varierte undervisningsformer, i interaksjonene med teknologien, for elev og lærer i matematikk.

Tilpasset opplæring omhandler ikke bare selve undervisningen som skal skje i klasserommet eller leksearbeid. Dersom man skal påstå at en elev tilbys tilpasset opplæring, må også tilbakemeldingene være tilpasset eleven, ifølge Shute (2008), Hattie & Timperley (2007). De sier at tilbakemeldingen må være tydelige, gi mening og ha klare mål. Dette mener de er en forutsetning for å invitere elevene inn i et aktivt engasjement i tilbakemeldingene. Digitale verktøy gir som nevnt flere muligheter innenfor tilbakemeldinger for lærerne.

Intervjuinformant 1 opplyser at de i Kikora kan tildele ulike læringsløyper til elever, som er tilpasset elevenes nivå. Kikora tilbyr direkte tilbakemelding og bidrar til at elevene opplever mestring i oppgavene, samt at applikasjonen tilbyr hint. Hintfunksjon hjelper elever til å forstå matematikkoppgavene, som igjen kan bidra positivt til mestring og forbedret læringsutbytte. Intervjuinformant 2 sier at det er positivt med rask tilbakemelding, da effekten av tilbakemelding reduseres hvis den mottas etter lang tid.



Figur 28: Framstilling av FaSMEd-modell om raskere tilbakemelding, inspirert av FaSMEd-prosjektet (2023a)

Lærerne sier de kan gi elevene raskere tilbakemelding, endre vanskelighetsgraden på oppgavene og gi elevene mulighet til å vurdere eget arbeid på egne premisser (som tid og sted).



Når læreren er aktør i dette situasjonsbildet, kan man illustrere situasjonen ved å bruke FaSMEd-modellen, slik som vist i Figur 28. Lærerne iverksetter den formative vurderingsstrategien, «*tilrettelegge for effektive klasseromsdiskusjoner og andre læringsoppgaver som samler bevis for elevforståelse*» (2). Ved å ta i bruk funksjoner i teknologien, kan de prosessere og analysere matematiske løsninger, samt sende og vise tilbakemeldinger. Dette gir lærerne et bilde av hvor elevene er, de setter mål på hvor de skal, og de kan legge en plan på hvordan de skal få elevene dit. Dette støttes i Ramaprasads nøkkelprosesser (1983). Dersom matematisk diskusjon og refleksjon ikke inkluderes i løsningsprosessen, kan det bli utfordrende for lærerne å stadfeste hvor den enkelte elev er i læringsløpet. Dette gjør prosessen med tilbakemelding for læringsprogresjon krevende (3). Digitale verktøy vil i denne sammenheng utfordre lærernes sikkerhet i vurderingen, da elevene i større grad kopierer arbeid av andre uten at det kan bekreftes.

En del av den formative vurderingen er, ifølge lærerne, å jobbe for å engasjere elevene med å arbeide med tilbakemeldingene. Dette betyr at elevene får mulighet til medvirkning og blir inkludert i egen læringsprosess (5). Dersom lærerne gir elevene rom og tid for å arbeide med tilbakemeldingene, ville de også kunne få bekreftelse på om eleven selv faktisk har gjennomført levert arbeid. Det kommenteres av en lærer, at elevene i større grad burde få arbeide med tilbakemeldingene, men det er tydelig at alle tre er enige om at dette er gunstig for læringsprogresjon.

### **6.2 «Justere vanskelighetsgrad etter behov» og «tildele oppgaver på ulike nivå»**

Lærerne trekker fram applikasjonen Kikora, i diskusjoner om justering av vanskelighetsgrad. Applikasjonen har flere læringsløyper, som kontinuerlig avanserer nivået på matematikkoppgavene. Elevene har selv mulighet til å velge nivå på læringsløyper tildelt av lærer (2). Tilgang og bruk av digitale programmer gir elevene påvirkningskraft på eget arbeid. Når lærerne bruker digitale programmer til å gi elevene påvirkningskraft på eget arbeid, gjennom kontinuerlig og tidsriktig tilbakemelding samt justering av vanskelighetsgrad eller emne, bygger de formative vurderingsprosesser. Dette støttes av teorien til Black & Wiliam (2009). Forskning gjort av Wiliam & Thompson (2007), Sadler (1989) og Havnes et al. (2012), påpeker også hvor avgjørende det er for formative vurderingsprosesser at elevene engasjeres i egne læringsprosesser (5). Selv om dette er en viktig prosess for elevene, kan det by på utfordringer til lærernes vurderinger. Det kan være vanskelig for læreren å holde oversikt over hvem som velger mer utfordrende løyper og hvem som ikke utfordrer seg selv. Elever kan i flere tilfeller velge læringsløyper som ikke utfordrer de i stor nok grad, noe som dermed gir

læreren et uklart bilde av hvor de egentlig befinner seg i læringsprosessen. Dette gir læreren et dårlig utgangspunkt når de skal gi tilbakemeldinger som sørger for læringsprogresjon (3).

Kikora gir elevene tidsriktige tilbakemeldinger om de har utført oppgavene på korrekt måte mens de arbeider. Hvis vi ser dette i sammenheng med muligheten for å kommunisere med læreren uavhengig av tid og sted for veiledning eller bekreftelse, kan digitale applikasjoner gi læreren mulighet for en utvidet læringsdialog (Lekang & Olsen, 2019). Det kan være praktiske og pedagogiske fordeler med denne økte tilgjengeligheten, men en forutsetning som må være til stede, er at læreren bruker applikasjonene som gjør kommunikasjonen mulig. En annen forutsetning er at læreren evner å integrere digital vurdering på en naturlig måte i matematikkundervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2015). Dette kan være årsak til lavt engasjement for arbeid i matematikk med digitale verktøy for elevene på skole «R». Intervjuinformant 1 og 2 (tilhørende skole «R») hadde ikke høyt fokus på å være tilgjengelige for kommunikasjon. Blant annet påpekte intervjuinformant 2 at hun selvvalgt ikke fikk varslinger når elever sendte melding.

Det må utarbeides målrettet tilrettelegging gjennom bruk av læringsmål og kriterier (1), som har støtte i lærerens didaktiske valg. Dette er avgjørende hvis teknologien skal ha et godt utgangspunkt for å gi økt læringsutbytte (Kongsgården & Krumsvik, 2013). Kikora gir læreren mulighet til å se antall riktige og gale steg, antall oppgaver som er løst, bruk av hint, tidsbruk og antall ganger oppgavene er forsøkt løst. I tillegg får man informasjon om hvilke elever som har behov for oppmerksomhet og bistand fra læreren. Dette gir læreren rik data om elevenes læringsprosess (identifisert handlingsmulighet: «få rapport om elevarbeid»). Det er derimot usikkert, i hvor stor grad lærerne som deltok i studien, brukte informasjonen som var tilgjengelig. Dette fikk vi ikke bekreftet i verken intervju eller øvrige funn. Likevel kan informasjonen som er tilgjengelig, dersom brukt riktig, legge til rette for tilbakemeldinger som sørger for læringsprogresjon (3). Salles et al. (2020) påpeker at løsningsstrategien med «prøving og feiling» er favorisert blant elever. Løsningsstrategien er i større grad mulig med digitale programmer som Kikora, der elevene får direkte tilbakemelding dersom de har løst oppgaven feil.

En utfordring med Kikora, som bekreftes av elevene i undersøkelsen, er at programmet kan oppfatte deres besvarelse som feil, selv om det er riktig. Eksempel på dette er hvis de skriver komma når programmet krever punktum mellom hele tall og desimaler. For lærerne kan dette gi feilinformasjon om hva eleven har forstått og ikke, da eleven prøver å gi svar gjentatte ganger

uten å endre mellom komma og punktum. Dette kan utfordre gjennomføring av den formative vurderingsstrategien, som omhandler å gi tilbakemeldinger som sørger for læringsprogresjon (3). Samtidig begrenser dette muligheten for å tilrettelegge læringsoppgaver som samler bevis for elevforståelse (2).

### **6.3 «Gi tilbakemelding hurtig», «få raskere tilbakemelding» og «dele oppgaver for medelevvurdering»**

Elevene på skole «M» opplevde i større grad, enn elevene på skole «R» og elevene i den generelle undersøkelsen, at de fikk raskere tilbakemelding i matematikk ved bruk av digitale verktøy. Dette er interessant dersom vi ser på funn gjort av Drijvers (2018) og Rakoczy (2019), som påpeker at tidspunktet for tilbakemeldingene er avgjørende for læringsprogresjon (3). De er enige om at digitale verktøy bidrar positivt med muligheten for raskere tilbakemelding. Våre funn viser at intervjuinformant 1 (skole «R») og 3 (skole «M») vektla viktigheten rundt timingen av tilbakemeldingene. Opsvik (2020) poengterer også at ved å inkludere matematiske applikasjoner får man tilgang på hjelpefunksjoner og rask tilbakemelding. Disse teknologiske handlingsmulighetene gjør det derfor mulig å gjennomføre vurderingsprosesser på en mer effektiv måte.

Elevene i den generelle undersøkelsen hadde lavest skår av alle gruppene, på grad av enighet rundt at digitale programmer resulterte i raskere tilbakemelding i matematikk. Det er vanskelig å generalisere resultatene grunnet størrelsen på utvalget, men interessant å diskutere eventuelle årsaker til forskjellene. Dersom vi også ser på elevenes svar på spørsmålet om programmene som brukes i matematikkfaget er enkle å forstå (hvor skole «R» opplever en tydelig mindre enighet om utsagnet enn elevene på skole «M»), kan det tenkes at elevene på skole «R» ikke i like stor grad føler seg trygge på digitale verktøy. Dette kan bety at elevene ikke får med seg tilbakemeldingene, og/eller at de ikke vet hvor tilbakemeldingene er. Andre årsaker kan være at lærere ikke distribuerer tilbakemeldinger i like stor grad, eller at læringsmålene delt på digitale applikasjoner, som Showbie og Zokrates, ikke blir funnet eller brukt. «Se tilbakemeldinger» er identifisert som en handlingsmulighet på vurderingsnivå for elevene. Denne handlingsmuligheten kan også diskuteres å være en begrensning, dersom elevene må forholde seg til mange applikasjoner, de har for lite opplæring eller lav brukervennlighet i programmene.

Læreren på skole «M» nevner at de kontinuerlig arbeider med å reflektere og diskutere rundt tilbakemeldingene, både egenvurdering og vurdering av arbeid til medelever. Her bidro digitale verktøy og applikasjoner med å sende, vise og dele arbeid og tilbakemeldinger. Ved å bruke

digitale verktøy i denne prosessen kan det bekreftes at de bidrar til to formative vurderingsstrategier, å *aktivisere elever som lærende ressurser for hverandre* (4) og å *aktivisere elever som eier av egen læring* (5). Vurdering av medelevers arbeid og individuelt arbeid med egen tilbakemelding, virket å være mindre i fokus hos lærerne på skole «R». Likevel anerkjente intervjuinformanter på skole «R» metodene som bidrag til læring. Fokuset kan diskuteres å være en årsak til at elevene på skole «M» i større grad enn skole «R», føler de får raskere tilbakemelding ved bruk av digitale programmer.

Å gi tilbakemelding viser seg å være en handlingsmulighet som oppstår på følgende nivåer: teknologisk, elev- og vurderingsnivå. Digitale programmer kan fokusere mer på tilbakemeldinger gjennom hint, diagnoserapporter og andre former for tilbakemeldinger som igjen støtter elever i læringsprosessen (2)(3). Disse funnene er gjort av Drijvers (2015), og kan støtte våre funn som viser til høy skår fra spørreundersøkelsen angående spørsmål: «*I hvor stor grad opplever du at du har nytte av tilbakemeldingen du får av lærer når du leverer arbeid via digitale verktøy?*». Her svarer skole «M» med 58.7%, 46.4% fra skole «R» og 40.2% fra skole «G» at de i nokså stor eller stor grad var enige i utsagnet.

Tilbakemelding skal være med på å bygge læringsstillas for elevene. Ved å digitalisere prosesser, kan lærerne i større grad oppdateres på elevarbeid, uavhengig av tid og sted. I tillegg vil de få informasjon om elevenes tidligere oppnåelser, som kan være nyttig i tilbakemeldingsprosessen. Det betyr at digitale verktøys egenskaper og tilgjengelighet, legger til rette for å kunne gi tilbakemeldinger som bidrar til økt læringsprogresjon (3).

#### **6.4 «Dele læringsmål og kriterier»**

En handlingsmulighet som kan skapes gjennom digitale programmer i interaksjon med lærer og elev, er muligheten for deling av læringsmål og kriterier. Gjennom å enkelt dele ukeplaner, læringsmål og digitale oppgaver, har elever tilgang til denne informasjonen, uavhengig av tid og sted.

Intervjuinformanter opplyser at de benytter ulike plattformer til ulike formål. Applikasjonen Zokrates ble brukt til halvårsvurdering og Showbie til leksevurdering av lærerne på skole «R». På Zokrates delte lærerne læringsmål og kriterier kontinuerlig, og disse var tilgjengelig for elev, lærer og foresatte hele semesteret (1). Dette gir elevene muligheter til å følge med på hvilke krav det stilles og samtidig være en tilgjengelig indikator for hvordan de skal oppnå kravene. Sandler (1989) og Wiliam (2007) påpeker dette som en viktig faktor i den formative vurderingen, der læreren kan sette læringsmål og tydeliggjøre hvordan disse skal oppnås.

Læringsmålene, som lærerne deler på Zokrates, er direktekoblet til Utdanningsdirektoratets nettside. Dette gir elevene mulighet til å gå inn på læringsmålene og lese spesifikt hva de innebærer, ved ønske eller behov, opplyser intervjuinformant 1.

Intervjuinformant 1 og 2 gir uttrykk for at det er enkelt å dele læringsmål med elever via digitale verktøy, og at dette er en stor fordel. De poengterer at de alltid har læringsmålene tilgjengelig, at det er oversiktlig, og at det bidrar til at elever er forberedt til undervisning i større grad. Det er interessant å observere at lærerne senere i intervjuet, ga uttrykk for at elevene sliter med å finne all nødvendig informasjon. Dette kan bety at informasjonen er bedre tilpasset lærernes bruk og ikke like tilrettelagt for elevene. Derfor kan man si at dette er en handlingsmulighet som oppstår hos lærerne, men samtidig en begrensning for elevene på skole «R». Årsakene kan være, som diskuteres i kapittel 6.8 (s.74), at elevene på skole «R» har for mange applikasjoner å forholde seg til, lav brukervennlighet eller manglende opplæring. Hvis lærerne klarer å endre denne begrensningen til en handlingsmulighet, gjennom å skape større trygghet og bedre oversikt i applikasjonene, kan det forbedre elevenes læring og klasse miljø (Dalby & Swan, 2019).

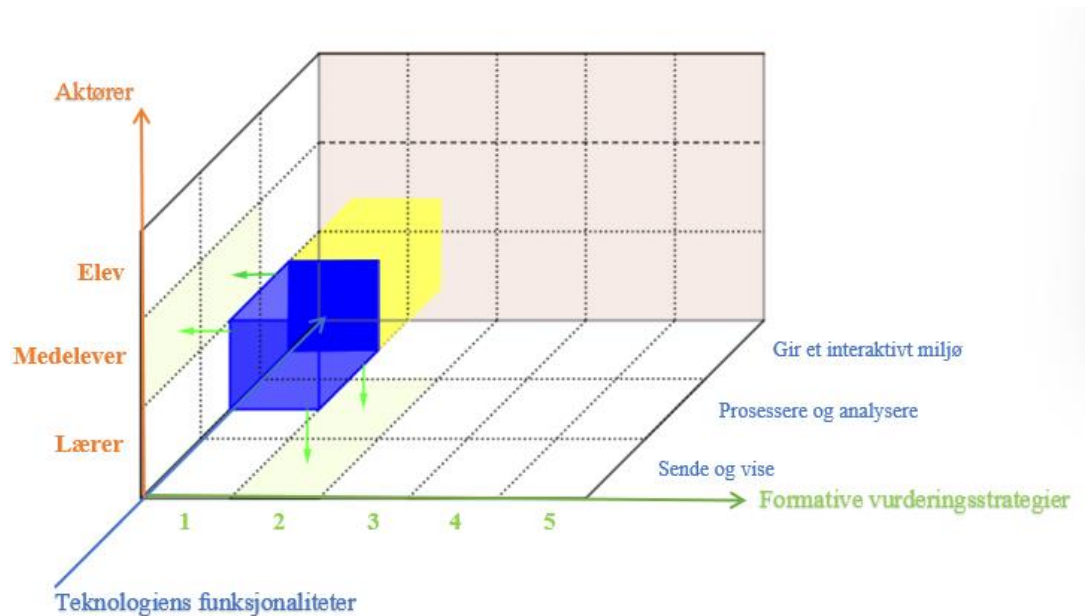
Applikasjonen Showbie tilbyr deling av filer mellom elev og lærer. Dette åpner enkelt opp for interaksjoner som kan bidra til større læringsutbytte for elevene (3). Digitale program som Showbie kan bidra til at eleven får oversikt over hva lærerne forventer og hvilke krav som stilles (1). Kongsgården & Krumsvik (2013) påpeker at målrettet tilrettelegging gjennom bruk av læringsmål og kriterier for suksess, er med på å bidra til godt læringsutbytte ved bruk av digitale programmer. Intervjuinformanter opplyser om at læringsmålene deles muntlig, men at det er god støtte i og også ha disse tilgjengelig digitalt. Dette åpner opp for at elevene selv kjenner til læringsmålene i forkant av aktuell matematikktime.

### ***6.5 «Bruke interaktive tavler for klasseromsdiskusjon» og «diskutere matematiske løsninger med medelever og lærer»***

Våre funn viser blant annet at applikasjonene Kikora og Geogebra bidrar til å effektivisere klasseromsdiskusjoner og refleksjon (2). Digitale applikasjoner skaper rom for at lærere og elever enkelt kan dele filer, diskutere oppgaver og gjennomgå løsninger i plenum, gjerne ved bruk av interaktive tavler.

Intervjuinformanter diskuterer det å ta fram elevs feilsvar på interaktive tavler som positivt for diskusjon og refleksjon. Dette bidrar til at elevene må argumentere og diskutere rundt sine eller medelevers svar (4), som bidrar til større elevforståelse og aktivt engasjement i egen læring (5). At pedagogen utfordrer elevene til argumentasjon, er ifølge Sørensen og Levinsen (2014)

essensielt for læring. Dette bekreftes også i forskning gjennomført av Panero & Aldon (2016). De påpeker at teknologien på denne måten beriker miljøet med offentlige tilbakemeldinger på elevarbeid. Dette støtter prosessen med å samle læringsbevis, utnyttelse av disse, samt effektiviserer lærerens teknikker i klasseromsdiskusjoner. For å tydeliggjøre hvilke formative vurderingsstrategier og funksjonaliteter i teknologien som brukes, samt hvilke aktører det gjelder, når lærere tar fram feilsvar på interaktive tavler, illustrerer vi dette med FaSMEd-modellen (Figur 29):



Figur 29: Framstilling av FaSMEd-modell om feilsvar på interaktive tavler, inspirert av FaSMEd-prosjektet (FaSMEd, 2023a)

Hvilke bokser som kan «sjekkes av» i modellen er situasjonsavhengig. Modellen viser at når lærerne tar frem feilsvar på interaktiv tavle, og kommenterer på dem sammen med elevene, blir «medelever» den involverte aktør. Funksjonalitetene i teknologien blir «sende og vise», samt «prosessere og analysere». Situasjonen havner innenfor vurderingsstrategien «tilrettelegge for effektive klasseromsdiskusjoner og andre læringsoppgaver som samler bevis for elevforståelse» (2). Selv om læreren tidligere gjennomførte tilsvarende arbeid med tavleundervisning, effektiviseres metoden når man benytter digitale verktøy. Dette gjelder både for tidsbruk, kvaliteten i vurderinger og i diskusjoner.

Tidligere forskning poengterer at argumentasjon og begrunnelse ikke bare er viktig for å utvikle elevenes kompetanse og forståelse, men også for formativ vurdering (Black & Wiliam, 2009; Sørensen & Levinsen, 2014). Dersom arbeidsformen gjennomføres riktig, kan den bidra til et tryggere klasse- og arbeidsmiljø. Elevene lærer å samarbeide, blir trygge på hverandre og opplever at det å dele kunnskap i klasserommet er givende. Ikke bare har dette positive effekter

på lærerens vurderingsprosess, men det kan også gi økt elevkunnskap. Metoden gir rom for en mer effektiv klasseromsdiskusjon og et forenklet elevsamarbeid (Wæge, 2007). Samtidig aktiviserer det elevene, som lærende ressurser for hverandre (4) og i egen læringsprosess (5).

En begrensning som oppsto, «**gjennomføre målsatt arbeid**», utfordret hvordan man på en effektiv måte skulle «*aktivisere elever som eier av egen læring*» (5). Elever antydte at det ofte var distraherende å arbeide med bruk av digitale verktøy, da muligheter for spill og sosiale medier var enkelt tilgjengelig. En elev sa at hen ble distraherert når elever rundt brukte digitale verktøy til andre formål. Forskning gjort av Drijvers (2015) påpeker at integrering av teknologi i matematikk kan føre til fiasko eller suksess. Det er lærerens ansvar å organisere læring, aktiviteter og gode verktøyteknikker, som bidrar til å engasjere elevene i undervisningen. Lærere må også være oppmerksomme på hva elevene jobber med, ved blant annet å observere i klasserommet. Dette for å forhindre slike distraksjoner.

SINTEF (2019) gjorde en undersøkelse som viste at elever på 4., 7. og 9. trinn opplever lavere læringslyst ved bruk av PC i 2019, enn i 2013. Dette kan også ses i våre data, der intervjuinformanter opplever at de fleste elevene ikke er spesielt motivert til å operere med digitale verktøy. For å øke motivasjon kan det være lurt å benytte seg av variert undervisning (Drijvers, 2015; Wæge, 2007). Ved å fange elevene i undervisningen, slik intervjuinformant 1 og 3 gjør med oppgaver som «Hvem skal ut?» på Kikora, kan det bidra til et engasjement som gjør elevene mer ansvarlige for egen læring (5). Samtidig nevner alle lærerne at de kombinerer metoder for å variere undervisningen. Likevel har elevene på skole «R» hatt hovedvekt på digitale verktøy i matematikkundervisningen over lengre tid, grunnet ny læreplan og manglende læreverk. Dette i kombinasjon med overgang til PC, kan ha påvirket deres innstilling negativt til bruk av digitale verktøy, på det tidspunktet undersøkelsen ble gjennomført.

#### **6.6 «Kommunisere med lærer/elev uavhengig av tid og sted» og «få bekreftelse og/eller svar»**

En av de formative vurderingsstrategiene, «*gi tilbakemelding som sørger for læringsprogresjon*», kan knyttes opp mot kommunikasjon. Dette gjelder både for elever som er til stede og de som av ulike grunner ikke kan delta i undervisningen. Intervjuinformant 3 påpekte handlingsmuligheten som oppsto ved bruk av digitale verktøy for kommunikasjon. Hun hadde en elev som var på behandlingsreise, men grunnet digitale verktøy kunne hun enkelt tildele oppgaver, hjelpe og være tilgjengelig på ulike plattformer (3). Funn gjort av Kartal & Çınar (2022) viser at teknologi er en viktig ressurs for kommunikasjon. Dette bekreftes også i vår forskning, der vi ser at teknologien skaper et større handlingsrom for å gjennomføre enklere kommunikasjon.

At lærere kan gi tilbakemeldinger, både på oppgaver og generelle matematiske spørsmål uavhengig av tid og sted, kan bidra til at elever opprettholder læringsprogresjon. Dalby og Swan (2019) trakk i sin forskning konklusjoner om at iPad-teknologi utgjør funksjoner som kan generalisere en form for kommunikasjon. Intervjuinformanter og elevene kommenterer dette som positivt i undersøkelsen, da de kan kommunisere uavhengig av tid og sted. Dette opplever de bidrar til mer effektiv tidsbruk og læringsprogresjon (3).

### **6.7 «Utforske matematiske sammenhenger» og «bruke visualiseringsverktøy»**

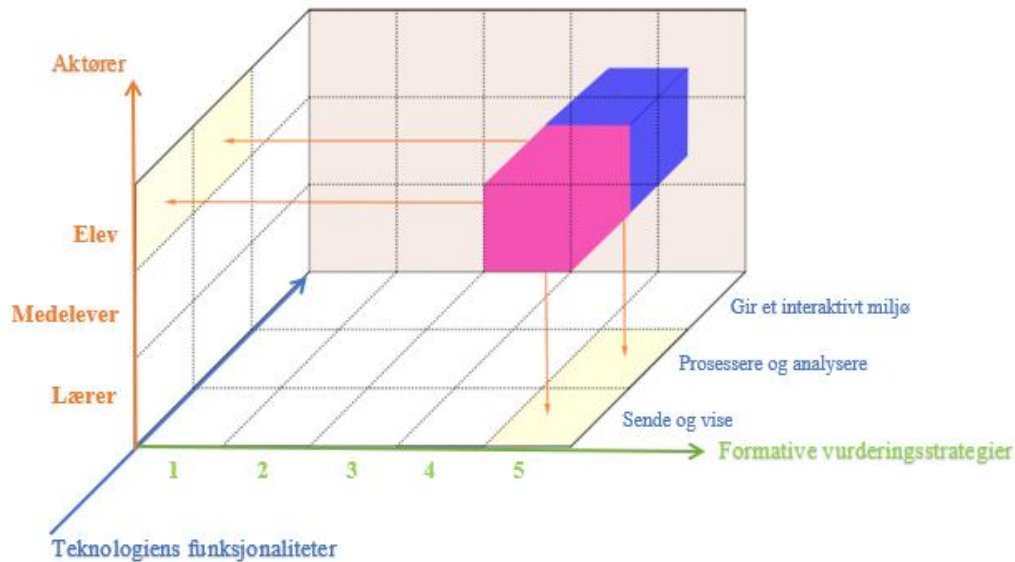
Ulike digitale programmer kan bidra til matematisk forståelse gjennom visualisering og simulering (Utdanningsdirektoratet, 2015). Denne handlingsmuligheten eksisterer ved at man kan vise grafer, tabeller, diagrammer og andre representasjoner. Disse bidrar til å øke matematisk forståelse og elevene ser enklere sammenhenger mellom tekstoppgaver og bilder/figurer (5). Opsvik (2020) poengterer at elever benytter digitale programmer for å utvikle begrepsforståelse, kreativt arbeid og selvstendighet rundt oppgavearbeidet.

Intervjuinformanter bekrefter at visualiseringen gir et stort bidrag til elevenes læring, blant annet i applikasjonen GeoGebra. Programvaren er nyttig, da de effektivt kan lage diagrammer, tabeller og funksjoner. Resterende tid kan brukes på diskusjon og refleksjon (2). Intervjuinformant 3 opplyste om at bruk av Geogebra var effektivt, da elevene unngikk å bruke 60 minutter på å tegne en figur eller graf. Nå brukte de heller 15 minutter på selve utførelsen og resterende tid til diskusjon, refleksjon og faglige spørsmål. Vi merket oss at elevene til intervjuinformant 3, på skole «M», ikke hadde samme oppfatning. 25% av elevene på skole «M» svarte at GeoGebra i nokså stor og stor grad bidro til prøving og feiling, som igjen ga bedre forståelse for funksjonsuttrykk (Figur 19). Figur 18 viser at 23.5% av elevene på skole «M» i nokså stor grad mente at Geogebra bidro til å forstå sammenhenger mellom funksjonsuttrykk og grafiske framstillinger. Det var ingen elever på nevnt skole som mente at dette bidro i stor grad. Dette kan tyde på at læreren hadde en annen oppfatning av elevenes læringsutbytte ved bruk av GeoGebra, enn elevene selv. Spørreundersøkelsen viser at majoriteten av elevene fra skole «M» ikke føler GeoGebra bidrar positivt innenfor disse læringsområdene. Elever på ungdomsskolen har ikke læreplanmål, som omhandler funksjonsuttrykk og grafisk fremstilling, før de begynner på 10. trinn. Dette kan forklare den lave enigheten rundt påstandene for elevene fra skole «M», som går i 8. og 9.trinn.

Det at læreren enklere kan observere hva elevene gjør i timen, samt være mer behjelpelig når det gjelder, understreker intervjuinformant 2 som en styrke. Figur 30 viser hvilke formative vurderingsstrategier, funksjoner i teknologien og gjeldende aktører, som tas i bruk under en slik



matematikk-økt. Dette er i tråd med utsagn fra intervjuinformant 3. Hun opplyser om muligheter som oppstår gjennom GeoGebra og visualisering: «læreren får oversikt, mulighet for samarbeid, mulighet for deling, mulighet for å forklare hverandre, og muligheter for meg».



Figur 30: Framstilling av FaSMEd-modell om observasjon av elever, inspirert av FaSMEd-prosjektet (FaSMEd, 2023a)

Funn fra Mishra & Koehler (2008) viser til at simulering, representasjoner og grafiske manipulasjoner med visualiseringsteknologi, kan endre hvordan noen matematiske konsepter blir presentert og forstått. Dette er formulert av oss som en handlingsmulighet innenfor matematisk nivå («bruke visualiseringsverktøy»). Denne handlingsmuligheten er et hjelpemiddel for lærere som skal tilrettelegge for effektive læringsoppgaver som samler bevis for elevforståelse (2). Olsen og Lekang (2019) sier i sin forskning at det er opp til lærerne hvordan de ønsker å utnytte mulighetene som finnes i digitale ressurser. De opplyser også om at gjennom variert vurdering, konstruktive og inkluderende læringsmiljø, kan disse mulighetene oppstå.

Gjennom visualisering kan elever få bedre forståelse for hva oppgavene etterspør, og visualiseringen kan være realistiske situasjoner som er gjenkjennbare. Visualiseringen er også med på å gi elever større forståelse for hva som er riktig og galt (Olsen & Lekang, 2019), «aktivisere elever som eier av egen læring» (5), og er en handlingsmulighet som oppstår på elevnivå. Funn gjort av Kelentric (2017) bekrefter at bruk av digitale plattformer er med på å skape læring og utvikling for elever.

### **6.8 «Arbeide selvstendig med matematikkoppgaver» og «gjøre matematikkoppgaver effektivt»**

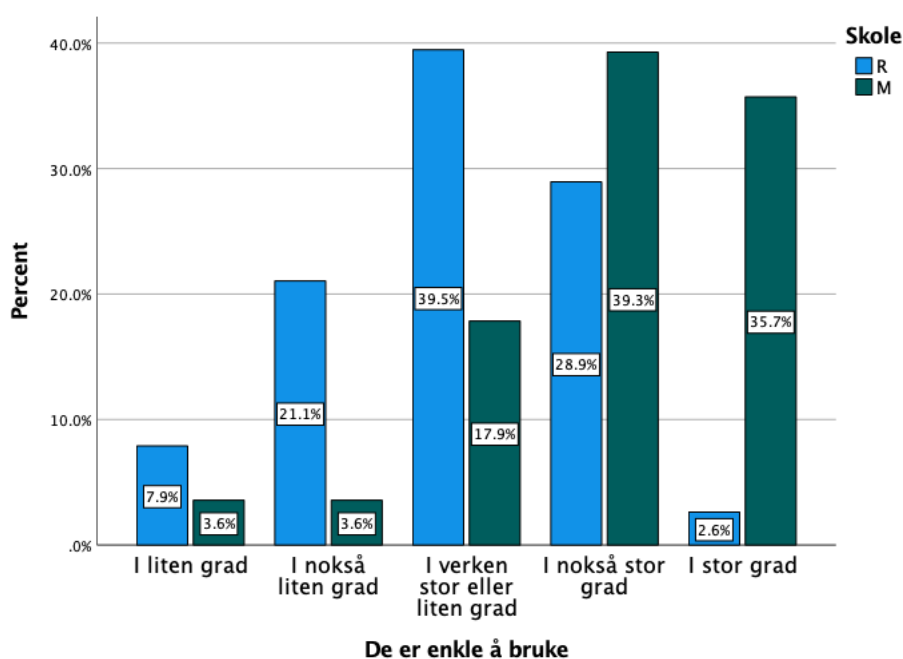
For at elever skal oppnå best læringsutbytte i matematikk, er motivasjon og mestring en viktig faktor (Wæge, 2007). Mestring kan oppstå i utforskende undervisning, noe som digitale verktøy bidrar til. Digitale programmer kan gi elever ulike utfordringer, enklere forklaringer, simulering og visualisering. Hvis elever mestrer oppgaver, øker motivasjonen (Wæge, 2007).

Forskning gjort av Bandura (1997) og Chao (2016) påpeker at elever som opplever vellykkede matematikkerfaringer har større muligheter for mestring, som igjen kan påvirke deres arbeidsinnsats. Det er interessant at alle intervjuinformanter opplyste om at elevene i deres tilhørende klasser ikke var særlig begeistret over digitale verktøy, og likte best å operere med tradisjonell undervisningsform. Samtidig viser svar fra spørreundersøkelsen at 62,1% av elevene fra skole «M», ofte eller alltid syns det er bedre å arbeide med matematikkoppgaver ved bruk av digitale verktøy. Dette kan tyde på at lærerne har feil inntrykk, og at elevene opplever mer mestring gjennom bruk av digitale verktøy, enn det de gir uttrykk for. Denne mestringen kan være en drivkraft for å aktivisere egen læring og faglig utbytte ved bruk av digitale verktøy (5).

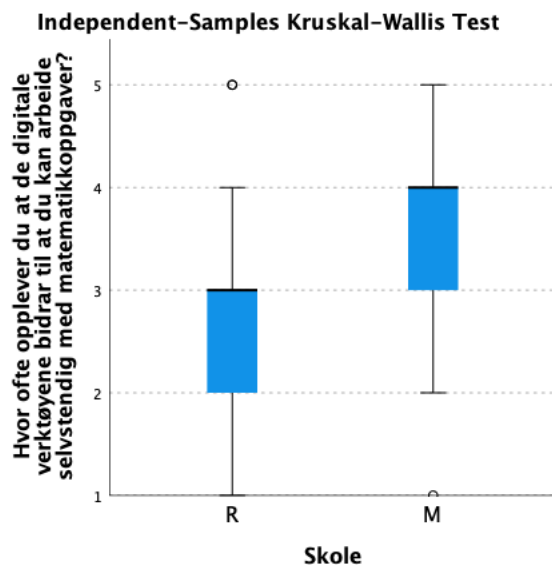
Ett funn, som vi anser som nytt på bakgrunn av vårt teorigrunnlag (Chao et al., 2016; Drijvers, 2018; Hattie & Timperley, 2007), er hvordan valg av digitalt verktøy påvirker læringslyst og motivasjon. Våre funn indikerer at elever som benytter iPad i undervisningen, har bedre arbeidslyst og høyere motivasjon, enn elevene som bruker PC. Hele 43,6% av elevene fra skole «R», skriver noe om at verktøyene er utfordrende å bruke eller vanskelig å forstå. Samtidig hadde elevene fra skole «M» ingen slike svar på åpent spørsmål. Hvis vi også ser på svarene som elevene ga om hvor ofte de opplevde at bruk av digitale verktøy i matematikk, var bedre enn bruk av penn og papir, fant vi følgende. Elevene på skole «R» hadde en høyere prosentandel for «sjelden» og «aldri» (35,9%) enn skole «M» og «G» henholdsvis 10,3 og 24,5%. Dette kan ytterligere bekrefte en mer negativ holdning hos gjennomsnittseleven på skole «R». Årsaker til denne forskjellen kan være at skole «R» har elever på 10. trinn, mens skole «M» har elever på 8. og 9. trinn. Dette poengterer også undersøkelsen gjennomført av SINTEF (2019), hvor resultater viser at yngre elever er mer positive til digitale verktøy. Andre årsaker kan være at skole «R» nylig har gått over fra iPad til PC, mens skole «M» over lengre tid har brukt iPad, forskjeller i nivåene på lærernes digitale kompetanse, eller at det eksisterer et behov for opplæring av elever på skole «R» i digitale verktøy og applikasjoner som brukes. Det må likevel

påpekes at årsaken til svarene vil til en viss grad være spekulasjon, men svarene kan gi et bedre bilde av funnene som helhet ved videre drøfting.

Figur 31 viser at 75% av elevene på skole «M» opplever at digitale verktøy i stor eller nokså stor grad er enkle å bruke, hvor prosentandelen er 31,5 for elevene på skole «R». Samtidig ser vi i Figur 32 at 55,2% av elevene fra skole «M» i nokså stor eller stor grad klarer å arbeide selvstendig ved bruk av digitale verktøy, mens på tilsvarende alternativer har skole «R» 20,5%. Et annet funn som kan kommenteres i denne sammenheng, er elevenes opplevelse av hvor ofte matematikkoppgavene (ved bruk av digitale programmer) har passende vanskelighetsgrad. Svarene viser at 14,4% av elevene på skole «M» og 10,7% av elevene i den generelle undersøkelsen *sjelden* eller *aldri* opplever dette, mens svarandelen for elevene på skole «R» er 23%. Likevel har skole «R» høyest svarandel på alternativet *alltid* («R»: 10,3%, «M»: 7,1%, «G»: 3,9%). Prosentandelen er interessant fordi utvalget fra skole «R» består av elever fra 10.trinn som bruker PC, mens utvalget på skole «M» består av både 8. og 9.trinn som benytter iPad i undervisningen.



Figur 31: Sammenligning mellom skole "R" og "M" – enkle å bruke



Figur 32: Sammenligning mellom skole "R" og "M" - selvstendighet

Bruken av PC er økende fra barneskole- til ungdomsskoletrinn, ifølge en undersøkelse gjort av Utdanningsdirektoratet (2022b). Undersøkelsen bekrefter at det er flere elever på 8.-10. trinn i Norge som har PC, enn nettbrett og Chromebook til sammen. Dette kan ha bakgrunn i høyere brukervennlighet i de matematiske applikasjonene ved bruk av PC, som blant annet GeoGebra under eksamen. I tillegg opererer de fleste videregående skoler med PC, og elevene er derfor nødt til å forberedes til overgangen. At elevene, det siste året på grunnskolen, må fokusere på å lære seg et nytt digitalt verktøy, kan påvirke deres arbeidsinnsats og læringslyst. Noen utfordringer som kan være aktuelle i overgangen er endring i arbeidsmetode, nettleser i stedet for applikasjon, å håndtere PC-tastatur og å navigere PC-versjoner av programmer. Å arbeide med ukjent programvare kan være negativt, da man bruker tid på å lære programvaren i stedet for å fokusere på det faglige (Panero & Aldon, 2016). Det viste seg at digitale verktøy påvirket elevenes læring og ansvar for egen læring (5), som igjen kan påvirke læringslyst og motivasjon (Black & Wiliam, 2009) . Det er viktig å påpeke at det ikke kan trekkes generaliserende konklusjoner gjeldene for en større populasjon, da utvalget vårt er lite og antall deltakere på skole «R» er større enn skole «M». I tillegg kan det være en avgjørende faktor at 10.trinn har mer utfordrende fagstoff, eksamensnerver og/eller andre faktorer som spiller inn på elevenes motivasjon på tidspunktet for undersøkelsen.

### **6.9 Lærernes profesjonsfaglige digitale kompetanse**

I datainnsamlingen ble det oppdaget interessante funn som omhandlet lærernes profesjonsfaglige digitale kompetanse. Disse funnene er ikke i tråd med formativ vurdering og handlingsmuligheter og begrensninger, men vektlegger viktigheten av lærernes digitale kompetanse og hvordan dette kan påvirke elevenes læring og kunnskapsnivå. Dette er inkludert, med bakgrunn i forskningsspørsmålet «*hva har lærernes profesjonsfaglige digitale kompetanse å si for handlingsmuligheter og begrensninger i interaksjoner med digital teknologi?*».

En lærer skal utvikle elevenes grunnleggende ferdigheter og fagkunnskap gjennom sin egen digitale kompetanse. Av den grunn er lærernes profesjonsfaglige digitale kompetanse viktig, og må være i kontinuerlig utvikling gjennom karriereløpet (Utdanningsdirektoratet, 2021b). For å opparbeide seg denne kunnskapen er det positivt med deltakelse på kurs, eller at læreren på eget initiativ utvikler sin kompetanse.

I intervjuet fantes det spørsmål om hvorvidt lærerne hadde fått tilbud om kurs innenfor ulike applikasjoner eller programvarer. Intervjuinformanter ga uttrykk for manglende kunnskap og ferdigheter, men sa de hadde fått opplæring og kurs i noen applikasjoner. Det meste av kunnskap ble opparbeidet gjennom prøving og feiling, samt gjennom å dele erfaringer i kollegiet. Intervjuinformant 1 vektlegger at hennes kompetansegrunnlag i hovedsak ble skapt gjennom tilleggsutdanning i IKT. Det blir også poengtert fra elevene i spørreundersøkelsen at lærernes kompetanse påvirker deres læring. Den manglende kunnskapen kan føre til forenklete løsninger eller feillæring av kunnskap (Koehler et al., 2013).

Utvikling av kompetanse er avgjørende for elevenes læring, og Larkin (2012) påpeker at å utvikle ferdigheter innenfor IKT i matematikk er med på å påvirke hvordan og hva læreren underviser. Ved å gi lærere mulighet til kurs og opplæring på ulike digitale plattformer, bidrar man til at lærere kan bruke verktøyet på en trygg, kritisk og kreativ måte. Hvis læreren er trygg og kompetent, vil kompetansen kunne videreføres til elevene. Forskning gjort av Kartal & Çınar (2022) viser at for å skape best mulig læringsutbytte for elevene, er det behov for lærere med god digital kompetanse. Kartal & Çınar (2022) påpeker også at hvis teknologien skal være en ressurs for elever, må den integreres effektivt gjennom lærernes rike kunnskap, samtidig som teknologibasert undervisning implementeres. Dette kan også støttes fra forskning av Barana & Marchisio (2016), som poengterer at teknologisk kunnskap er nødvendig hvis man skal klare å se fordelene ved å integrere digitale verktøy i den formative vurderingen.

Siden intervjuinformanter hadde lite kurs i digitale verktøy og digitale programmer, var de meget opptatt av delingskulturen som oppsto i kollegiet. Å ha god delingskultur kan bidra til bedre kompetanseutvikling for lærere og det kan skape trygge rom for spørsmål og svar blant de ansatte (Barana et al., 2015). Lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse er nødvendig for elevenes læringsprogresjon, og derfor er det positivt at skolene har god delingskultur når det gjelder kompetanse.

Noen applikasjoner skapte mye frustrasjon og irritasjon i klasserommet. Dette gjaldt blant annet GeoGebra, som ikke var velfungerende på iPad. Både lærere og elever kommenterte dette, og opplevde det som en begrensning for læring. At lærerne delte og anerkjente elevenes frustrasjon, kan i noen grad bekrefte lærernes digitale kompetanse. Situasjonsbildet viser at lærerne har evne til å anerkjenne lav brukervennlighet og tilrettelegger undervisningen deretter. Lærerens digitale kompetanse bidrar til forståelse for elevene og åpner opp for et bredere kunnskapsnivå, da læreren selv må lære elevene å bruke valgte applikasjoner (Koehler et al., 2013).

### **6.10 De fem vurderingsstrategiene**

For å gi et overblikk over hvor ofte identifiserte handlingsmuligheter og begrensninger, støtter eller motarbeider de formative vurderingsstrategiene, velger vi å gi en oversikt i Tabell 2:

<b>Formativ vurderingsstrategi</b>	<b>Antall ganger drøftet i favør</b>	<b>Antall ganger drøftet i disfavør</b>
<b>1. Dele/forstå læringsmål og kriterier for suksess</b>	5	0
<b>2. Tilrettelegge for effektive klasseromsdiskusjoner og andre læringsoppgaver som gir bevis for elevforståelse</b>	7	1
<b>3. Gi tilbakemelding som sørger for læringsprogresjon</b>	6	3
<b>4. Aktivisere elever som lærende ressurser for hverandre</b>	4	0
<b>5. Aktivisere elever som eier av egen læring</b>	10	1

*Tabell 2: Antall tilfeller handlingsmuligheter og begrensninger drøftes mot formative vurderingsstrategier*

Vi kan bekrefte gjennom funn og diskusjon, at digitale applikasjoner gjør det mulig å gjennomføre strategi 1 i stor grad. Det finnes ingen tilfeller der handlingsmuligheter og begrensninger diskuteres i disfavør for denne strategien.

Å kunne tilrettelegge for effektive klasseromsdiskusjoner og andre læringsoppgaver som samler bevis for elevforståelse (2), viser seg å være den nest mest omtalte strategien som oppsto

i vår forskning. Gjennom digitale verktøy kan det være enklere for lærere å få oversikt over hvor eleven er i læringsløpet, utvikle mål og lage en plan for hvordan målene skal nås. Dette er i tråd med Ramaprasads nøkkelprosesser (1983). Digitale programmer, som Kikora, bidrar til tilrettelegging for ulike nivå på læringsløyper som blir tildelt elever. Alle intervjuinformanter påpeker at dette skaper større rom for individuell tilrettelegging, og at tilretteleggingen oppleves mindre ekskluderende for elever. Læringsløyper viser seg også å kunne være en begrensning for elevene og lærere, da programvarene er automatisert gjennom mattemotorer, som ikke alltid tolker svaret fra elevene riktig. Problemet i slike situasjoner blir at elevene ikke får synliggjort at de forstår det matematiske innholdet. Dette medfører at lærerne ikke klarer å samle bevis for elevforståelse.

Handlingsmuligheter ble drøftet i favør for formativ vurderingsstrategi 3 i syv tilfeller. Dette har sammenheng med de økte mulighetene for kommunikasjon, samt de rike dataene læreren får ved bruk av forskjellige applikasjoner. Gjennom bruk av digitale verktøy i undervisvurderingen kan elever og lærere kommunisere, respondere og dokumentere i større grad. I noen tilfeller i samme applikasjon (for eksempel Showbie). Dette gir mulighet til å finne igjen dokumentasjon ved oppfølging av elever, både i og etter læringsløp (Utdanningsdirektoratet, 2015). Handlingsmuligheter og begrensninger ble ved tre anledninger drøftet i disfavør for strategi 3. Dette har sammenheng med usikkerheten læreren har når det gjelder handlingsmuligheten «*knytte arbeid til enkeltelever*». Når matematisk diskusjon og refleksjon ikke ble inkludert i prosessen med å samle bevis for elevforståelse, hadde lærerne utfordringer med å stadfeste om arbeidet faktisk var gjort av eleven selv. Elevene kunne også velge læringsløyper på Kikora. I tilfeller elevene valgte løyper som ikke ga nok utfordring, ville læreren ha vanskeligheter med å vite hvor i læringsprosessen elevene var. Dette gjør arbeidet med å «*gi tilbakemeldinger som støtter læringsprogresjon*» krevende.

Formativ vurderingsstrategi 4 ble drøftet i favør i fire tilfeller, mens det fantes ingen tilfeller i disfavør. Digitale verktøy gir mulighet for matematisk klasseromsdiskusjon og refleksjon, ved bruk av interaktive tavler. Disse bidrar til at elevene utvikler kompetanse i argumentasjon og begrunnelse, noe som igjen bidrar til økt matematisk forståelse. Elevene argumenterer og begrunner i plenum, noe som aktiverer de som lærende ressurser for hverandre. Forskningen vår viser også at hyppigere inkludering av klasseromsdiskusjoner, der lærerne ved bruk av interaktive tavler, kan bidra til bedre samarbeid, økt læringsutbytte og et tryggere klassemiljø (Wæge, 2007). Dette er positivt for lærere innenfor i arbeid med formativ vurdering, da de gjennom løpende argumentasjon og refleksjon får oversikt over hvor elevene befinner seg i

læringsløpet (Black & Wiliam, 2009; Sørensen & Levinsen, 2014). Muligheten som finnes i digitale verktøy, kalt «sende og vise» i FaSMEd-rammeverket, åpner muligheter for å enklere gjennomføre medelevvurdering. Dette er også en faktor som gjør det mulig å «*aktivisere elever som lærende ressurser for hverandre*».

Tabellen viser at formativ vurderingsstrategi 5 drøftes i favør i 10 tilfeller, mens det kun er ett tilfelle drøftet som negativt for strategien. Dette kan ha årsak i at elevene i større grad stilles ansvarlig i egen læringsprosess, ved bruk av digitale verktøy. Dette støttes av Opsvik (2020), som påpeker at digitale programmer utvikler selvstendighet. Intervjuinformant 1 kommenterer at elevene nå har mindre grunn til å komme uforberedt til timene. Årsaken ligger i at digitale verktøy og applikasjoner til enhver tid tilgjengeliggjør informasjon om oppgaver, læringsmål og kriterier. Samtidig vil den økte muligheten for variasjon og justering av vanskelighetsgrad, være faktorer som gir elevene mulighet til å medvirke og bli ansvarliggjort i egen læring (Mishra & Koehler, 2008).



## 7. KONKLUSJON

Målet med denne masteroppgaven var å svare på følgende problemstilling: *«hvilken rolle spiller digital teknologi for å støtte formativ vurdering i matematikk?»*. For å kunne svare på problemstillingen og avgrense arbeidet ble det formulert følgende forskningsspørsmål:

1. *«Hvilke handlingsmuligheter og begrensninger kan identifiseres for elever og lærere på teknologisk, elev-, klasseroms-, matematisk og vurderingsnivå når digitale verktøy brukes i matematikk?»*
2. *«Hva har lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse å si for handlingsmuligheter og begrensninger i interaksjoner med digital teknologi?»*

Det første forskningsspørsmålet omhandlet å identifisere handlingsmuligheter og begrensninger som oppsto når aktørene var i interaksjon med teknologien. Det andre spørsmålet søkte svar i hva lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse hadde å si i denne sammenheng. I vår analyse ble det i stor grad satt søkelys på å kartlegge hvilke handlingsmuligheter og begrensninger som eksisterte, når lærer eller elev var i interaksjon med teknologien i matematikkfaget. Vi identifiserte flere handlingsmuligheter og begrensninger som kunne eksistere på flere nivåer, samt på tvers av aktørene. Hvilke nivåer de er plassert, er derfor situasjonsbestemt og påvirket av individene. Dermed kan de, dersom de oppstår, havne under andre nivåer om forskningen gjøres på nytt.

I Tabell 1 gis det en oppsummering av handlingsmulighetene og begrensningene identifisert i funn, når aktørene var i interaksjon med teknologien. Flere av de som oppstår på andre nivåer enn vurderingsnivå, kan bekreftes å ha påvirkning i vurderingsprosesser. Bakgrunnen for vår interesse for kartlegging av handlingsmuligheter og begrensninger, var å synliggjøre hvilke aksjoner som bidro til den formative vurderingsprosessen. Ved å se på relevante handlingsmuligheter og begrensninger, når lærer eller elev var i interaksjon med teknologien, kunne vi ut fra innsamlet data argumentere for deres rolle i formativ vurdering. Dette ble gjort ved å trekke inn de formative vurderingsstrategiene til Wiliam & Thompson (2007) og annen relevant forskning.

Undersøkelsen gir svar på forskningsspørsmål 1 som bekrefter at digitale verktøys rolle i å støtte formativ vurdering er varierende. Rollen påvirkes kontinuerlig av den faktiske situasjonen, og avhenger av flere komponenter i interaksjon med teknologien. Handlingsmulighetene og begrensningene som oppstår når lærere eller elever er i interaksjon med teknologien, er flytende. De påvirkes av målet aktørene har med verktøyet og hvordan de velger å ta det i bruk. Funnene

i studien bekrefter at elever kan oppleve brukervennlighet i verktøyene, samtidig som andre opplever det motsatte. Noen elever opplever at verktøyene bidrar til hurtigere tilbakemelding, mens andre mener det motsatte eller er nøytral til utsagnet. Dette vil si at handlingsmulighetene som identifiseres gjennom analyse av datamaterialet, i mange tilfeller også er begrensninger. Hva som oppfattes som mulighet for læring og økt vurderingsgrunnlag for en aktør, kan på samme måte oppleves som begrensninger for en annen. Hvilken rolle digitale verktøy spiller for å støtte formativ vurdering avhenger derfor av aktørene som er i interaksjon med teknologien, hvilket mål de har med den og hvordan de velger å benytte seg av den.

Som svar på forskningsspørsmål 2 bekrefter undersøkelsen at lærernes profesjonsfaglige digitale kompetanse kan være en avgjørende faktor. Dette gjelder både for lærernes og elevenes handlingsmuligheter og begrensninger. Det er på bakgrunn av at lærerne avgjør hvilken teknologi (applikasjoner og verktøy) de og elevene skal ha interaksjoner med. Lærerne avgjør målene de har for teknologien, samtidig som de oftest er ansvarlige for å lære bort kunnskapen til elevene. Lærerne som deltok i studien følger ikke spesifikke rammer gitt av overordnede, eller offentlige retningslinjer for å ta i bruk verktøyene. Det oppgis heller ikke spesifikke krav som stilles til lærerne, angående deres profesjonsfaglige digitale kompetanse i de valgte verktøyene. Kunnskapen de har, er de selv i stor grad ansvarlig for. Dermed kan eventuelle handlingsmuligheter og begrensninger variere fra lærer til lærer, i interaksjon med de samme applikasjonene.

Det viste seg at en lærer kan vurderes å ha relevant kompetanse i digitale verktøy, men likevel ha en klasse som har utfordringer med å forstå dem. Samtidig støtter dette funnet det faktum at elevene har behov for opplæring i digitale verktøy og applikasjoner. Dette bekrefter ytterligere at digitale verktøys rolle, i å støtte formativ vurdering er flytende, da aktørene i interaksjonen består av mennesket på den ene siden og teknologien på den andre. Dersom digitale verktøy skal spille en vesentlig rolle i formativ vurdering, må læreren være målrettet i interaksjonen. I tillegg må læreren være bevisst når det gjelder det delte ansvaret, når elevenes selvstendighet og medvirkning i læringsprosessen øker (Dalby & Swan, 2019).

Våre funn bekrefter at arbeid innenfor matematiske emner, som modellering og problemløsning, er mindre tidskrevende ved bruk av digitale programmer. I slike tilfeller kan elevene heller bruke mer tid på å forstå det matematiske innholdet, som for eksempel gjennom argumentasjon og refleksjon. Dette gir lærerne et større grunnlag til å foreta vurderinger av elevenes arbeid. Samtidig er det tydelig at tidsbesparelsen er avhengig av at elevene forstår verktøyet de bruker.

Det kommer frem i funn og drøfting, der digitale verktøy kan forenkle vurderingsprosessen, og i større og mindre grad, legge til rette for alle de fem vurderingsstrategiene til Wiliam & Thompson (2007). Vurderingsstrategien som ble drøftet ved flest antall tilfeller var nummer 5: «*aktivisere elever som eier av egen læring*».

Vi håper denne studien kan være et bidrag til lærere som ønsker å inkludere formativ vurdering på en mer effektiv måte i sin undervisning. Forskningen viser hvordan digitale verktøy i matematikkundervisningen kan effektivisere lærings- og vurderingsprosesser. I tillegg identifiseres handlingsmuligheter og begrensninger som oppstår, som kan være et bidrag til planlegging og gjennomføring av digitale undervisningsøkter. Ved å ta elevenes og lærernes opplevelse av digitale programmer til etterretning, kan framtidens lærere i større grad unngå de største utfordringene som kommenteres i denne masteroppgaven. Digital implementering i formative vurderingsprosesser vil i større grad bli suksessfull, dersom læreren er oppmerksom og målbevisst i valg av digitale programmer, og i tillegg sørger for opplæring av seg selv og elevene.

En svakhet ved denne forskningen er at utvalget er lite, som gjør det umulig å trekke generaliserende konklusjoner. Ved å gjennomføre forskning med større utvalg vil man kunne forsterke den ytre validiteten, som igjen gjør det mulig å generalisere resultatene.

Forskningen i masteroppgaven belyser hvordan en travel hverdag for matematikklærere kan effektiviseres, ved å kontinuerlig inkludere formativ vurdering i det digitale skolemiljøet. Enkle tiltak, eller bredere profesjonsfaglig digital kompetanse, kan effektivisere tilrettelegging, variasjon og vurdering. Dette bidrar til å forbedre lærernes vurderingspraksis og elevenes læring. Forskningen er relevant i fagfeltet, da digitaliseringen i skolehverdagen er høyst aktuelt etter implementeringen av LK20. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 retter fokus på digitale ferdigheter som grunnleggende, inkluderende læringsmiljø, tilpasset opplæring og et sterkere profesjonsfelleskap (Utdanningsdirektoratet, 2017).

### ***7.1 Forslag til videre forskning***

Vi vurderer det som fordelaktig hvis det gjennomføres ytterligere forskning på hvordan digitale verktøy påvirker elevenes læring, ikke bare i vurderingssammenheng. Flere av elevene i studien opplevde negative fysiske påkjennelser ved bruk av digitale verktøy. Om dette gjelder generelt i skolesammenheng, eller om det er forsterket i matematikkfaget, er for oss ukjent. Samtidig stiller vi oss undrende til forskjeller mellom bruk av PC og iPad, når det gjelder elevenes læringslyst og fysiske påkjennelser. Interessant for oss er også elevens sene tilvenning til PC,

som siden utbredt innføring av iPad i skolen er meget relevant. Vi ønsker forskning på hva tilvenningen har å si for elevenes læring og mestringsforventning.

Det ville også vært interessant å foreta en mer spesifikk studie på matematisk arbeid i Geogebra. Denne forskningen kunne tatt for seg forskjeller i et vurderingsperspektiv av elevenes opplevelse av applikasjonen, gjerne med en kontrollgruppe og en studiegruppe, der den ene kurses i verktøyet på forhånd. Dette kunne gitt muligheter til å trekke konklusjoner rundt hvor avgjørende lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse, i spesifikke digitale verktøy, er for vurderingsperspektivet.

## Referanser

- Aldon, G., Cusi, A., Morselli, F., Panero, M., & Sabena, C. (2017). Formative assessment and technology: Reflections developed through the collaboration between teachers and researchers. *Mathematics and technology: A CIEAEM sourcebook*, 551-578.
- Anker, T. (2020). *Analyse i praksis : en håndbok for masterstudenter* (1. utgave, 1. opplag. ed.). Cappelen Damm akademisk.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy : the exercise of control*. Freeman.
- Barana, A., & Marchisio, M. (2016). Ten good reasons to adopt an automated formative assessment model for learning and teaching Mathematics and scientific disciplines. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 228, 608-613.
- Barana, A., Marchisio, M., & Rabellino, S. (2015). Automated assessment in mathematics. 2015 IEEE 39th Annual Computer Software and Applications Conference,
- Black, P. (2007). Full marks for feedback. *Make the Grade: Journal of the Institute of Educational Assessors*, 2(1), 18-21.
- Black, P., Harrison, C., & Lee, C. (2003). *Assessment for learning: Putting it into practice*. McGraw-Hill Education (UK).
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2004). Working inside the black box: Assessment for learning in the classroom. *Phi delta kappan*, 86(1), 8-21.
- Black, P., McCormick, R., James, M., & Pedder, D. (2006). Learning how to learn and assessment for learning: A theoretical inquiry. *Research Papers in Education*, 21(02), 119-132.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: principles, policy & practice*, 5(1), 7-74.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational assessment, evaluation and accountability*, 21(1), 5-31.  
<https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Black, P., & Wiliam, D. (2010). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi delta kappan*, 92(1), 81-90.
- Butler, R. (1987). Task-involving and ego-involving properties of evaluation: Effects of different feedback conditions on motivational perceptions, interest, and performance. *Journal of educational psychology*, 79(4), 474.
- Butler, R. (1988). Enhancing and undermining intrinsic motivation: The effects of task-involving and ego-involving evaluation on interest and performance. *British journal of educational psychology*, 58(1), 1-14.
- Chao, T., Chen, J., Star, J. R., & Dede, C. (2016). Using digital resources for motivation and engagement in learning mathematics: Reflections from teachers and students. *Digital experiences in mathematics education*, 2, 253-277.
- Chiappini, G. (2013). Cultural affordances of digital artifacts in the teaching and learning of mathematics. *edited by Eleonora Faggiano & Antonella Montone*, 95.
- Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forl.
- Clark, I. (2012). Formative assessment: Assessment is for self-regulated learning. *Educational psychology review*, 24, 205-249.
- Cresswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry & research design : choosing among five approaches* (3rd ed.). Sage.
- Cresswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (Third edition. ed.). SAGE.
- Cusi, A., Morselli, F., & Sabena, C. (2017). Promoting formative assessment in a connected classroom environment: design and implementation of digital resources. *ZDM*, 49, 755-767.

- Dalby, D., & Swan, M. (2019). Using digital technology to enhance formative assessment in mathematics classrooms: Using digital technology in formative assessment. *British journal of educational technology*, 50(2), 832-845. <https://doi.org/10.1111/bjet.12606>
- Dalland, O., & Keeping, D. (2020). *Metode og oppgaveskriving* (7. utgave. ed.). Gyldendal.
- Dewey, J. (2005). *Demokrati og uddannelse*. Gyldendals bogklubber.
- Drijvers, P. (2015). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). Selected regular lectures from the 12th international congress on mathematical education,
- Drijvers, P. (2018). Digital assessment of mathematics: Opportunities, issues and criteria. *Mesure et évaluation en éducation*, 41(1), 41-66.
- Dweck, C. S. (2000). *Self-theories : their role in motivation, personality, and development*. Psychology Press.
- FaSMEd. (2023a). *FaSMEd Framework*. FaSMEd Toolkit. <https://microsites.ncl.ac.uk/fasmedtoolkit/theory-for-fa/the-fasmed-framework/>
- FaSMEd. (2023b). *Research*. FaSMEd Toolkit. Retrieved 02.02.2023 from <https://microsites.ncl.ac.uk/fasmedtoolkit/research-2/>
- Fjørtoft, S. O., Thun, S., & Buvik, M. P. (2019). Monitor 2019-En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager.
- Forskrift til opplæringslova- Kapittel 3. Individuell vurdering i grunnskolen og i vidaregåande opplæring (FOR-2006-06-23-724), (2020). [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-23-724/KAPITTEL\\_5](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-23-724/KAPITTEL_5)
- GeoGebra. (2022, January 2022). *What is GeoGebra?* . [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org). <https://www.geogebra.org/about>
- Gibson, J. J. (1979). The theory of affordances. The ecological approach to visual perception. *The people, place and, space reader*, 56-60.
- Hadjerrouit, S. (2017). Assessing the affordances of SimReal+ and their applicability to support the learning of mathematics in teacher education. *Issues in Informing Science & Information Technology*, 14.
- Hadjerrouit, S. (2020). Using Affordances and Constraints to Evaluate the Use of a Formative e-Assessment System in Mathematics Education. *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2020)*, 1, 366-373. <https://doi.org/10.5220/0009352503660373>
- Hartberg, E. W., Gran, L., & Dobson, S. (2012). *Feedback i skolen*. Gyldendal akademisk.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- Havnes, A., Smith, K., Dysthe, O., & Ludvigsen, K. (2012). Formative assessment and feedback: Making learning visible. *Studies in educational evaluation*, 38(1), 21-27.
- Holm, M. (2012). *Opplæring i matematikk* (2. utg. ed.). Cappelen Damm akademisk.
- Høgheim, S. (2020). *Masteroppgaven i GLU* (1. utgave. ed.). Fagbokforlaget.
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2021). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (6. utgave. ed.). Abstrakt forlag.
- Johannessen, A., & Tufte, P. A. (2022). *Introduksjon til IBM SPSS Statistics* (5 ed.). Abstrakt forlag.
- Kartal, B., & Çınar, C. (2022). Preservice mathematics teachers' TPACK development when they are teaching polygons with geogebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-33.
- Kelentric, M., Helland, K., & Arstrop, A. (2017). Rammeverk for lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse (Pfdk). *Tromsø: Senter fro IKT i utdanningen*.
- Kikora. (2023, 2023). *Hva er Kikora 8-10?* [www.Kikora.no](http://www.Kikora.no). <https://kikora.no/ungdomstrinn-8-10/>

- Kirschner, P., Strijbos, J.-W., Kreijns, K., & Beers, P. J. (2004). Designing electronic collaborative learning environments. *Educational technology research and development*, 52(3), 47-66.
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of education*, 193(3), 13-19.
- Kongsgården, P., & Krumsvik, R. J. (2013). Bruk av digitale verktøy i elevers læringsarbeid – med fokus på sammenhengen mellom læring og vurdering for læring. *Acta didactica Norge*, 7(1). <https://doi.org/10.5617/adno.1116>
- Krumsvik, R. J., Jones, L. Ø., & Røkenes, F. M. (2019). *Kvalitativ metode i lærarutdanninga*. Fagbokforlaget.
- Kvale, S., Brinkmann, S., Anderssen, T. M., & Rygge, J. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg. ed.). Gyldendal akademisk.
- Larkin, K., Jamieson-Proctor, R., & Finger, G. (2012). TPACK and pre-service teacher mathematics education: Defining a signature pedagogy for mathematics education using ICT and based on the metaphor “mathematics is a language”. *Computers in the schools*, 29(1-2), 207-226.
- Lekang, T., & Olsen, M. H. (2019). *Teknologi og læringsmiljø*. Universitetsforlaget.
- Forskningsetikkloven, (2017). <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-04-28-23/>
- Majchrzak, A., & Markus, M. L. (2012). Technology affordances and constraints in management information systems (MIS). *Encyclopedia of Management Theory*, (Ed: E. Kessler), Sage Publications, Forthcoming.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. annual meeting of the American Educational Research Association,
- Moltubak, J. (2021). *Klasseledelse på internett : håndbok i digital undervisning* (1. utgave. ed.). Fagbokforlaget.
- N. Hopfenbeck, T. (2018). Classroom assessment, pedagogy and learning—twenty years after Black and Wiliam 1998. In (Vol. 25, pp. 545-550): Taylor & Francis.
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. Basic books.
- Nyeng, F. (2012). *Nøkkelbegreper i forskningsmetode og vitenskapsteori*. Fagbokforl.
- Olsen, M. H., & Lekang, T. (2019). Teknologi og læringsmiljø. *Teknologi og læringsmiljø*.
- Olsher, S., Yerushalmy, M., & Chazan, D. (2016). How might the use of technology in formative assessment support changes in mathematics teaching? *For the learning of mathematics*, 36(3), 11-18.
- Opsvik, F., Refvik, K. A. S., & Tonheim, O. H. M. (2020). Korleis kan ein lærar vurdere matematikkoppgåver i digitale oppgavedatabasar? In (pp. Side [285]-303). Universitetsforlaget.
- Panero, M., & Aldon, G. (2016). How teachers evolve their formative assessment practices when digital tools are involved in the classroom. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 2(1), 70-86.
- Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (2011). *Læreren med forskerblick : innføring i vitenskapelig metode for lærerstudenter*. Høyskoleforl.
- Postholm, M. B., Jacobsen, D. I., & Søbstad, R. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Rakoczy, K., Pinger, P., Hochweber, J., Klieme, E., Schütze, B., & Besser, M. (2019). Formative assessment in mathematics: Mediated by feedback's perceived usefulness and students' self-efficacy. *Learning and instruction*, 60, 154-165. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.004>
- Ramaprasad, A. (1983). On the definition of feedback. *Behavioral science*, 28(1), 4-13.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67.

- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional science*, 18(2), 119-144.
- Salles, F., Dos Santos, R., & Keskaik, S. (2020). When didactics meet data science: Process data analysis in large-scale mathematics assessment in France. *Large-scale Assessments in Education*, 8(1), 1-20.
- Schunk, D. H., & Swartz, C. W. (1993). Goals and progress feedback: Effects on self-efficacy and writing achievement. *Contemporary educational psychology*, 18(3), 337-354.
- Showbie. (2023). *Features*. Showbie. Retrieved 10.03.2023 from <https://www.showbie.com/features/>
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of educational research*, 78(1), 153-189.
- Slette-meås, D. (2014). IKT-bruk i befolkningen og barrierer for digital inkludering. *En kunnskapsoppsummering. SIFO oppdragsrapport(2-2014)*.
- Staberg, R. L., Febri, M. I. M., Gjøvik, Ø., Sikko, S. A., & Pepin, B. (2023). Science teachers' interactions with resources for formative assessment purposes. *Educ Assess Eval Account*, 35(1), 5-35. <https://doi.org/10.1007/s11092-022-09401-2>
- Swan, M. (2014). Design research in mathematics education. *Encyclopedia of mathematics education*, 1, 148-152.
- Søby, M. (2005). Digital skole hver dag- om helhetlig utvikling av digital kompetanse i grunnopplæringen. *Forsknings- og kompetansenettverk for IT i Utdanning (ITU)*, 52. <https://www.udir.no/globalassets/filer/tall-og-forskning/forskningsrapporter/digital-skole-hver-dag.pdf>
- Sørensen, B. H., & Levinsen, K. (2014). Digital production and students as learning designers. *Designs for Learning*, 7(1), 54-73.
- Thompson, D. R., Burton, M., Cusi, A., & Wright, D. (2018). *Designing for Formative Assessment: A Toolkit for Teachers*. In Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Utdanningsdirektoratet. (2015). *Hensiktsmessig bruk av IKT i klasserommet - en veileder* Retrieved from [https://www.udir.no/globalassets/filer/veileder\\_hensiktsmessig\\_bruk\\_bm\\_lav.pdf](https://www.udir.no/globalassets/filer/veileder_hensiktsmessig_bruk_bm_lav.pdf)
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *Overordnet del- verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt ved kongelig resolusjon med hjemmel i opplæringsloven §1-5 Retrieved from <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020a). *Søk i læreplan*. Utdanningsdirektoratet Retrieved from <https://sokeresultat.udir.no/finn-lareplan.html?fltypefiltermulti=Kunnskapsl%C3%B8ftet%202020&filtervalues=all>
- Utdanningsdirektoratet. (2020b, 31.03.2022). *Tilpasset opplæring*. [udir.no. https://www.udir.no/laring-og-trivsel/tilpasset-opplaring/#a159032](https://www.udir.no/laring-og-trivsel/tilpasset-opplaring/#a159032)
- Utdanningsdirektoratet. (2021a, 27.05.21). *Digitalisering av skolen og utfordringer for læremiddelfeltet*. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/laremidler/kvalitetskriterier-for-laremidler/kunnskapsgrunnlag-kvalitetskriterium-norsk/generelt/digitalisering-av-skolen/>
- Utdanningsdirektoratet. (2021b). *Rammeverk for lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse (PfdK)*. [www.udir.no](http://www.udir.no) Retrieved from <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/rammeverk-larerens-profesjonsfaglige-digitale-komp/innledning/#>
- Utdanningsdirektoratet. (2021c, 24.09.21). *Vurdering for læring*. <https://www.udir.no/tall-og-forskning/brukerundersokelser/Om-temaene-i-Elevundersokelsen/Vurdering-for-laring/>



- Utdanningsdirektoratet. (2022a, 04.02.2022). *Undervisvurdering*. Utdanningsdirektoratet.no. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/vurdering/om-vurdering/undervisvurdering/>
- Utdanningsdirektoratet. (2022b, 27.10.2022). *Utdanningsspeilet 2022*. udir.no. <https://www.udir.no/tall-og-forskning/publikasjoner/utdanningspeilet/utdanningspeilet-2022/den-digitale-tilstanden-i-skole-og-barnehage/digital-infrastruktur-og-skolehverdag/>
- Wiliam, D. (2000). Formative assessment in mathematics part 3: The Learner's Role. *Equals: Mathematics and Special Educational Needs*, 6(1), 19-22.
- Wiliam, D. (2007). Keeping learning on track: Classroom assessment and the regulation of learning. In. Information Age Publishing.
- Wiliam, D. (2009). *Content then process: Teacher learning communities in the service of formative assessment*. Solution Tree Press.
- Wiliam, D., & Thompson, M. (2007). Integrating assessment with learning: What will it take to make it work? In *The future of assessment* (pp. 53-82). Routledge.
- Wæge, K. (2007). *Elevenes motivasjon for å lære matematikk og undersøkende matematikkundervisning*. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk.

## VEDLEGG

### *Vedlegg 1: Forespørsel om å delta i masterundersøkelse – lærere*

## Vil du delta i forskningsprosjektet «*Formativ vurdering ved digitale læringsbevis i matematikk*»?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å gjøre rede for utfordringer og eventuelt styrker rundt å formativt vurdere elever i matematikk basert på digitale læringsbevis. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

### **Formål**

I sammenheng med masterprosjektet vårt på grunnskolelærerutdanningen, 5.-10. trinn, ønsker vi å gjennomføre en spørreundersøkelse. Målet er å undersøke mulighetene og begrensningene digitale verktøy tilbyr, samt hvordan disse påvirker vurderingssituasjonen i matematikk.

Forskningsspørsmålet er «*hvilken rolle spiller digital teknologi i å støtte formativ vurdering i matematikklasserommet?*»

### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Nord universitet er ansvarlig for prosjektet.

### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Du får spørsmål om å delta grunnet din stilling som matematikklærer, samt at du bruker digitale læringsbevis for å formativt vurdere dine elever.

### **Hva innebærer det for deg å delta?**

I denne undersøkelsen vil vi gjennomføre semistrukturerte intervjuer hvor vi ønsker din deltakelse.

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du deltar i to intervju og observasjon. Det vil ta deg ca. 60 minutter å delta i intervjuet. Intervjuet inneholder spørsmål om din kompetanse (utdanning, kurs og lignende) av relevans i forhold til matematikkfaget og digitale verktøy, erfaringer og opplevelser, dine formative vurderingsprosesser samt bruk av digitale verktøy rundt både innsamling av læringsbevis, men også eventuelt i vurderingsprosesser. Intervjuet vil bli tatt opp ved bruk av appen Diktafon, og lydfilene lagres på [www.nettskjema.no](http://www.nettskjema.no). Alle lydfilet slettes ved innlevering av masteroppgaven.

Når det gjelder observasjon ønsker vi å observere den formative vurderingsprosessen, særlig klasseromsdiskusjon, elevsamtaler, medelever som samarbeider, gjennomgang av oppgaver som skal gjøres og lignende, samt lærerens bruk av digitale læringsbevis og digitale verktøy.

### **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.

Det vil kun være oss to som studenter og våre to veiledere som har tilgang til opplysningene, og det er kun studentene som har tilgang til lydopptakene. Opplysningene vil være trygge da navn og kontaktopplysninger erstattes med en kode som lagres på en egen navneliste adskilt fra øvrige data.

Du vil ikke gjenkjennes i publikasjon. Dersom det skulle være opplysninger som på noen som helst måte kan føre til at du gjenkjennes, vil vi ekskludere disse.

### **Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?**

Prosjektet vil etter planen avsluttes 15.05.23. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres. Vi anonymiserer dine personopplysninger ved å slette lydopptak og andre filer (slik som samtykkeskjema).

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

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

### **Dine rettigheter**

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

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

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

- Nord universitet ved Floridona Tetaj (mail: [floridona.tetaj@nord.no](mailto:floridona.tetaj@nord.no)) og Natalia Sjøvik ([natalia.sjavik@nord.no](mailto:natalia.sjavik@nord.no)) - veiledere
- Nord universitet ved Linn Eirin Skage ([linn.e.skage@student.nord.no](mailto:linn.e.skage@student.nord.no)) og Sigrid Jakobsen ([sigrid.jakobsen@student.nord.no](mailto:sigrid.jakobsen@student.nord.no)) - studenter
- Vårt personvernombud: Toril Irene Kringen ([toril.i.kringen@nord.no](mailto:toril.i.kringen@nord.no))

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

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

Med vennlig hilsen

Floridona Tetaj  
Natalia Sjøvik  
(Veiledere)

Sigrid Jakobsen  
Linn Eirin Skage  
(studenter)

---

**Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Formativ vurdering ved digitale læringsbevis i matematikk*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- å delta i observasjon

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

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## *Vedlegg 2: Samtykkeskjema – elever*

Vil du delta i forskningsprosjektet

### ***Vurdering ved bruk av digitale verktøy i matematikk?***

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan digitale verktøy påvirker vurdering i matematikk. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

I sammenheng med masterprosjektet vårt på grunnskolelærerutdanningen, 5.-10. trinn, ønsker vi å gjennomføre en spørreundersøkelse. Målet er å undersøke mulighetene og begrensningene digitale verktøy tilbyr, samt hvordan disse påvirker vurderingssituasjonen i matematikk.

Forskningsspørsmålet er «*hvilken rolle spiller digital teknologi i å støtte formativ vurdering i matematikklasserommet?*»

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Nord universitet er ansvarlig for prosjektet.

#### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Alle elever i din klasse får spørsmål om å delta fordi vi ønsker å gjennomføre spørreundersøkelsen på elever som går 8.-10. trinn, og fordi vi gjerne vil vite hvordan du opplever bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen (som for eksempel Showbie, Kikora eller Geogebra) og hva du mener om mulighetene og begrensningene som finnes ved bruk av disse.

#### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du fyller ut et spørreskjema. Det vil ta deg ca. 20 minutter. Spørreskjemaet inneholder spørsmål om tilbakemeldinger, samarbeid, egenvurdering, teknologi og digitale verktøy. Dine svar fra spørreskjemaet blir oppbevart elektronisk, men du kan selv velge om du ønsker å skrive på papir eller om du ønsker å skrive på PC.

Dine foresatte kan få se spørreskjema på forhånd ved å ta kontakt. Kontaktinformasjon finnes lengre ned i dette informasjonsskrivet.

#### **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.

Dersom du ikke ønsker å delta vil det bli lagt til rette for alternativ undervisning når spørreskjemaet skal utfylles.

### **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. Det er kun studentene og veiledere som vil ha tilgang til personopplysningene som gis i dette spørreskjemaet.

Ditt navn og kontaktopplysninger vil vi erstatte med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data.

Vi ønsker å benytte Nettskjema som databehandler for vårt spørreskjema. Deltakere i denne undersøkelsen vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon.

### **Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?**

Prosjektet vil etter planen avsluttes 20/6-2023. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres. Ved godkjenning av masteroppgaveprosjektet, slettes personopplysningene.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Nord universitet har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Dine rettigheter**

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

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

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

- *Nord universitet* ved
  - Veileder: Floridona Tetaj, [floridona.tetaj@nord.no](mailto:floridona.tetaj@nord.no)
  - Veileder: Natalia Sjøvik, [natalia.sjavik@nord.no](mailto:natalia.sjavik@nord.no)
  - Student: Linn Eirin Skage, [linn.e.skage@student.nord.no](mailto:linn.e.skage@student.nord.no)
  - Student: Sigrid Jakobsen, [sigrid.jakobsen@student.nord.no](mailto:sigrid.jakobsen@student.nord.no)
- Vårt personvernombud: Toril Irene Kringen, [toril.i.kringen@nord.no](mailto:toril.i.kringen@nord.no)

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: [personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no) eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Floridona Tetaj  
Natalia Sjøvik  
(Veiledere)

Sigrid Jakobsen  
Linn Eirin Skage  
(Studenter)

---

**Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Vurdering ved bruk av digitale verktøy i matematikk* og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- At mitt barn deltar i spørreundersøkelse

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

---

(Navn på deltaker/elev)

---

(Signert av foresatt, dato)

### *Vedlegg 3: Godkjenning fra personvernombudet for forskning*

**Referansenummer**

490592

**Vurderingstype**

Automatisk

**Dato**

01.02.2023

**Prosjekttittel**

Master i grunnskolelærerutdanningen, 5.-10. trinn

**Behandlingsansvarlig institusjon**

Nord Universitet / Fakultet for lærerutdanning og kunst- og kulturfag / Grunnskole

**Prosjektansvarlig**

Floridona Tetaj

**Student**

Linn Eirin Skage

**Prosjektperiode**

02.01.2023 - 21.06.2023

**Kategorier personopplysninger**

- Alminnelige

**Lovlig grunnlag**

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

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 21.06.2023.

[Meldeskjema](#)

**Grunnlag for automatisk vurdering**

Meldeskjemaet har fått en automatisk vurdering. Det vil si at vurderingen er foretatt maskinelt, basert på informasjonen som er fylt inn i meldeskjemaet. Kun behandling av personopplysninger med lav personvernulempe og risiko får automatisk vurdering. Sentrale kriterier er:

- De registrerte er over 15 år



- Behandlingen omfatter ikke særlige kategorier personopplysninger;
  - Rasemessig eller etnisk opprinnelse
  - Politisk, religiøs eller filosofisk overbevisning
  - Fagforeningsmedlemskap
  - Genetiske data
  - Biometriske data for å entydig identifisere et individ
  - Helseopplysninger
  - Seksuelle forhold eller seksuell orientering
- Behandlingen omfatter ikke opplysninger om straffedommer og lovovertrедelser
- Personopplysningene skal ikke behandles utenfor EU/EØS-området, og ingen som befinner seg utenfor EU/EØS skal ha tilgang til personopplysningene
- De registrerte mottar informasjon på forhånd om behandlingen av personopplysningene.

### **Informasjon til de registrerte (utvalgene) om behandlingen må inneholde**

- Den behandlingsansvarliges identitet og kontaktopplysninger
- Kontaktopplysninger til personvernombudet (hvis relevant)
- Formålet med behandlingen av personopplysningene
- Det vitenskapelige formålet (formålet med studien)
- Det lovlige grunnlaget for behandlingen av personopplysningene
- Hvilke personopplysninger som vil bli behandlet, og hvordan de samles inn, eller hvor de hentes fra
- Hvem som vil få tilgang til personopplysningene (kategorier mottakere)
- Hvor lenge personopplysningene vil bli behandlet
- Retten til å trekke samtykket tilbake og øvrige rettigheter

Vi anbefaler å bruke vår [mal til informasjonsskriv](#).

### **Informasjonssikkerhet**

Du må behandle personopplysningene i tråd med retningslinjene for informasjonssikkerhet og lagringsguider ved behandlingsansvarlig institusjon. Institusjonen er ansvarlig for at vilkårene for personvernforordningen artikkel 5.1. d) riktighet, 5. 1. f) integritet og konfidensialitet, og 32 sikkerhet er oppfylt.

## ***Vedlegg 4: Intervjuguide – del 1***

### **Intervjuguide – lærere del 1**

Spørsmålene i denne intervjuguiden er formulert for å få et generelt bilde rundt vurdering og digitale verktøy i matematikk. Digitale verktøy er applikasjoner på læringsbrettet eller PC som elevene og/eller lærerne bruker i sine lærings- og vurderingsprosesser. Deretter ønsker vi å observere i klasseromssituasjoner i matematikk, for å støtte vårt neste intervju med faktiske hendelser. På denne måten får vi mer informasjon rundt hva vi egentlig skal se etter, og et bedre grunnlag til å gå mer i dybden på vurdering av elevenes arbeid som er levert ved bruk av digitale verktøy. Vi håper derfor dere ønsker å delta på et andre intervju. Deltakelsen er frivillig.

Generell informasjon (kompetanse og digitale verktøy)

1. Kjønn?
2. Hva er din alder?
3. Hvilken utdanning har du?
4. Når tok du utdanningen din?
5. Har du annen relevant kompetanse i forhold til pedagogikk, matematikk og/eller digitale verktøy?
6. Hvor lenge har du arbeidet som lærer?
7. Hva er din stilling?
8. Hvilket trinn arbeider du på?
9. Er matematikk ditt hovedfag?
10. Hvordan planlegger du undervisning?
11. Hvilke digitale verktøy bruker du i matematikklassen?
12. Til hvilke formål bruker du digitale verktøy?
13. Kan du beskrive en vanlig undervisningsøkt for deg?
14. Hvordan gir du tilbakemelding?
15. Har du hørt om formativ vurdering? Hvis ja, hva legger du i begrepet formativ vurdering?
13. Hvordan benytter du deg av digitale verktøy i vurderingssituasjoner for å forbedre læring?
14. Hvor ofte bruker du digitale verktøy i dine vurderingsprosesser?
15. Hvordan har du opparbeidet deg kunnskap rundt ulike digitale programvarer som benyttes i din undervisning?
16. Hvilken opplæring har du fått i forhold til formativ vurdering med digitale verktøy?

## **Vedlegg 5: Intervjuguide – del 2**

### **Intervjuguide – lærere del 2**

*I forbindelse med vårt masterprosjekt ønsker vi å undersøke hvilken rolle digital teknologi spiller for å støtte formative vurderingsprosesser i matematikklasserommet. Denne intervjuguiden inneholder spørsmål til lærere for semistrukturerte intervjuer, som en del av datainnsamlingen. Spørsmålene er utformet med hensyn til den tredimensjonale modellen utviklet i FaSMEd-prosjektet, som inkluderer teknologiens funksjonaliteter, aktørene og de formative vurderingsstrategiene.*

*Intervjuguiden er utformet med en serie spørsmål og eventuelle tilleggsspørsmål (som stilles avhengig av svarene på hovedspørsmålene).*

1. Hvilke krav har du til digitale verktøy som du benytter i matematikkfaget?
2. Kan du gi eksempler på mulighetene som finnes i dine valgte digitale verktøy?
  - Kanskje læreren har konkrete eksempler
  - Hvilke muligheter gir de digitale verktøy deg?
3. Kan du gi eksempler på begrensninger som finnes i dine valgte digitale verktøy?
  - Går ikke å dele filer? Ikke direkte tilbakemelding osv.?
  - Er det noe du savner i de utvalgte applikasjonene
4. Hvilke funksjoner ser du på som nyttig ved bruk av digitale verktøy, og kan du gi eksempel på situasjoner hvor du tar de i bruk?
5. Benytter du deg av digitale verktøy i dine vurderingsprosesser i matematikkfaget?
  - Hvis ja, hvilke digitale verktøy bruker du i så fall?
6. Hvis du tenker i forhold til vurderingsarbeid, hvilke muligheter ser du som nyttig i de digitale verktøyene du bruker?
  - Er det noe som er spesielt nyttig i forhold til matematikkfaget?
7. Finnes det begrensninger i de forskjellige digitale verktøy, som gjør at du velger å enten kombinere de med andre digitale verktøy eller med tradisjonelle metoder? Har du noen eksempler på dette?
  - Ved innsamling av læringsbevis
  - Når du skal gjøre vurderingsarbeid
  - I klasseromsundervisning
  - I interaksjon med elever
  - Når elevene skal samarbeide

8. Hvilke bidrag har digitale verktøy i forhold til dine interaksjoner med elevene i matematikk både i og utenfor klasserommet?
9. På hvilken måte bidrar digitale verktøy i matematikk til deling av læringsmål og/eller kriterier for suksess med elevene?
  - For eksempel i tilbakemeldingene?
  - Deling av løsninger?
  - Samarbeid?
10. På hvilken måte opplever du at digitale verktøyene du bruker legger til rette for en dypere matematisk elevforståelse når dere arbeider med funksjoner?
11. Finnes det situasjoner du kan gi eksempel på hvor digitale verktøy bidrar til undervisvurdering, på måter hvor alternative metoder ikke er like effektive?
12. Hvordan bidrar de digitale verktøy til klasseromsdiskusjoner og refleksjon rundt elevenes eget arbeid, samt medelevers arbeid?
13. På hvilken måte tilrettelegges det for at elevene arbeider med sine tilbakemeldinger, og hvilken rolle har digitale verktøy i denne prosessen?
14. I hvilken grad opplever du at digitale verktøy legger til rette for elevsamarbeid?
15. Dersom du ikke velger å bruke digitale verktøy for å gi tilbakemelding, kan du nevne noen av årsakene til dette?
16. Hvilken informasjon om elevenes læring tilbyr digitale verktøy deg, som gir deg mulighet til å vurdere elevens læring og forståelse?  
→ Samtalen som skapes, som ikke skapes digitalt. Trenger samtalen, tidkrevende
17. På hvilken måte opplever du at digitale verktøy støtter formativ vurdering i klasserommet?
  - Har du god oversikt over arbeidet som gjennomføres?
  - Støtter verktøyet samarbeid mellom elever?
  - Kan elevene vurdere eget arbeid?
  - Brukes arbeidet til elevene som utgangspunkt for klasseromsdiskusjon?
  - Er programmene enkle å manøvrere i forhold til tilrettelegging av oppgaver?
18. På hvilken måte opplever du at digitale verktøy i matematikkfaget påvirker elevenes selvstendighet og ansvar for egen læring?
19. Har du andre tanker du ønsker å dele rundt hvilken rolle digitale verktøy spiller for å støtte formativ vurdering?

## Vedlegg 6: Likheter og ulikheter – dataanalyse

Under er det to utklipp av vår tematiske innholdsanalyse, som tar for seg sentrale tema og naturlige enheter

Sentralt tema	Naturlig enhet		
	Intervjuinformant 1	Intervjuinformant 2	Intervjuinformant 3
Erfaring og kompetanse	<p>Kvinne Allmennlærer Ferdig i 2005 <b>Videreutdanning:</b> IKT, «ny giv matematikk» og programmering <b>Arbeidskarriere:</b> 2005 <b>Tittel:</b> Adjunkt med opprykk <b>Hovedfag: Matematikk</b></p> <p>«<b>Formativ vurdering er undervisvurdering</b>» «... Også bruker jeg jo det jeg har lært gjennom studiene på jobb, da kan man jo hjelpe hverandre, i kollegiet».</p> <p>Kunnskap innen de fleste læringsapplikasjonene som brukes, gjennom IKT og programmering Opplæring i formativ vurdering med digitale verktøy Viderefører sin kompetanse til kollegaer Eksamensmodus GeoGebra: ukjent</p>	<p>Kvinne Allmennlærer Ferdig i 2003 <b>Videreutdanning:</b> programmering <b>Arbeidskarriere:</b> 2005 <b>Hovedfag: matematikk</b></p> <p>«Fikk en del kurs når vi fikk iPad. Fikk kurs i noen applikasjoner, ellers må man bare prøve og feile litt selv og bruke hverandre». «<b>Det er jo den vurderingen man får underveis, er det ikke det? Eller er det?</b>»</p> <p>Ingen opplæring rundt formativ vurdering med digitale verktøy. Opplæring på GeoGebra Eksamensmodus GeoGebra: ukjent</p>	<p>Kvinne Allmennlærer Ferdig 2008 <b>Videreutdanning:</b> matematikkdidaktikk – masterstudie <b>Arbeidskarriere:</b> 2008 og 4 år på matematikksenteret med nasjonale prøver. <b>Tittel:</b> Lektor <b>Hovedfag: Matematikk</b></p> <p>«<b>Det er jo det som vi snakker så mye om, undervisvurderingen ... jeg har mest tro på den umiddelbare, konkrete tilbakemeldingen</b>», «Her ser at du får det til, «her viser du meg at». At de får en tilbakemelding, at jeg ser og forstår hva de sier og jeg ser at du ser sammenhengen mellom det».</p> <p>Benytter seg ikke så mye av digitale læringsbevis i sine vurderingsprosesser. Fått opplæring i bruk av digitale verktøy Kurs i Kikora Excel og GeoGebra er det ingen opplæring i, der må man dele erfaringer og prøve selv. Eksamensmodus i GeoGebra: ukjent</p>

<p>Formativ vurdering med digitale verktøy</p> <p>1. Elev</p> <p>2. Elev – medelev</p> <p>3. Lærer – elev</p> <p>4. Arbeid med tilbakemelding</p> <p>5. Klasserommet</p>	<p>«Lettere å ansvarliggjøre dem når alt vi skal gjøre ligger tilgjengelig for dem på Sokrates. De vet hva som skal skje, og de vet hva de skal gjøre hjemme. Og alle tilbakemeldingene ligger klar for dem ... Det er på en måte ingen unnskyldning for at man ikke finner det da, som det tidligere har vært». (1)</p> <p>«Vi kan gi de oppgaver på Showbie, eller de får individuelle oppgaver tilsendt fra oss, men de kan likevel sitte i klasserommet med PC foran seg å løse oppgaver, som om de løser de samme oppgavene». (2)</p> <p>«Vi har en dialogbasert undervisning, der vi stiller åpne spørsmål til elevene og gir de noen minutt til å tenke, før de skal svare. Elevene jeg har nå er veldig opptatt av at de skal ha bak og å skrive i den boken. Så det elevene gjør noe digitalt bruker de å notere ned i skrivebøkene sine i tillegg. Parallellklassen er motsatt, så derfor bruker vi forskjellig» (5)</p> <p>«Når de leverer digitalt får de digital tilbakemelding der vi skriver eller korrigerer de hvis de har gjort feil. Og så kommer vi med en generell tilbakemelding på arbeidet. I kladdéboken er det på samme måte» (4).</p>	<p>Informanten opplyser at elevene ikke er glade med å arbeide på digitale verktøy og at dette kan være en utfordring, men påpeker at når de får til føler hun at de opplever mestring og føler på at de får til. Informanten sier også at den ikke ser noe stor forskjell på selvstendighet og at ansvar for egen læring nesten er motsatt. (1)</p> <p>«Ansvar for egen læring, nei kanskje nesten motsatt for det er så lett å «bare få den fila»». (1)</p> <p>Leksene kan leveres digitalt og får tilbakemelding digitalt på det (4)</p> <p>«Får digitale tilbakemeldinger i Showbie» (4)</p> <p>Ved at elevene får direkte tilbakemelding fra lærerne hjelper dem.</p> <p>Læreren synes det er enklere å gi tilbakemeldinger med digitale verktøy (3).</p> <p>«Det er jo hvis man skal tenke å forbedre læring, er det ikke vits å få tilbakemelding lenge etterpå. Det å gi kjapp tilbakemelding er jo, ja, man prøver å gjøre det» (4).</p> <p>Med Kikora for eksempel får jeg raskt, i og med at klassen er så stor, overblikk over hva de har fått til og ikke.</p>	<p>«Timing har mye å si på en tilbakemelding, og det er et godt eksempel på at digitale verktøy er til god nytte i en undervisningssituasjon og undervisning» (5)</p> <p>Vurderingen fra det digitale blir en liten andel av vurderingen generelt.</p> <p>«Jeg synes det gir meg informasjon, men det er ett, men der».</p> <p>«Så blir det bestandig en diskusjon rundt hvordan vi vurderer dette, for eksempel hvis de skal gjøre noe i GeoGebra på lik linje med andre oppgaver. Hvordan vurderer vi denne oppgaven. Hva er det som gir høy måloppnåelse og lav måloppnåelse. På lik linje som med andre oppgaver så gjør vi jo det på digitale oppgaver»</p> <p>«Digitale verktøy er jo så stort, det gjennomsvyrer så mye av det vi gjør».</p> <p>GeoGebra og Excel inngår i stor grad og bidrar absolutt. Gir masse muligheter, læreren får oversikt, mulighet for samarbeid, mulighet for deling, mulighet for å forklare med hverandre, muligheter for meg. (5)</p> <p>Opplever det som utfordrende for elevene. Bruker masse tid på hvordan de skal få oversikt. (1)</p> <p>«Det er mye. De har digitale bøker, OneNote, OneDrive, Schooler,</p>
--	--	---	---

### Vedlegg 7: Funn i lys av teori – dataanalyse

Under er oversikt over systematisering av data, både sett opp mot teori og direktetat fra både lærer og elev.

Nr.	Perspektiv		Teori		
	Lærer	Elev	FVS	Aktører	HM og B
1	Følger læreplanmål for planlegging. (Intervjuinformant 1,2 og 3)	<b>Arbeide selvstendig</b> <b>R:</b> Ofte: 15.4% Alltid: 5.1% <b>M:</b> Ofte: 41.4% Alltid: 13.8%	1	Lærer	<b>Sende og vise</b>
2	Fokus på dialog i undervisningen (Intervjuinformant 1,2 og 3)	<b>Bidrar til samtale:</b> <b>R:</b> Nokså stor: 15 Verken stor eller liten: 22 Liten: 11 <b>M:</b> Nokså stor: 11 Verken stor eller liten: 8 Liten: 2	2,4,5	Elev, medelev, lærer	<b>Sende og vise</b> <b>Gir et interaktivt miljø</b> <b>HM:</b> «Hvem skal ut» på Kikora (E og M)  Lærer kjører fram beste feilsvar, eller oppgave på skjerm for diskusjon og/eller samarbeid
3	Tilrettelegging av oppgaver (Intervjuinformant 1,2 og 3)	<b>16.8 Finner oppgavene:</b> <b>R:</b> Nokså stor: 19 Verken liten eller stor: 13 Liten: 3 <b>M:</b> Nokså stor: 8 Verken liten eller stor: 7 Liten: 2	2	Lærer, elev	<b>Prosessere og analysere</b> <b>HM:</b> Gir mulighet for differensiering av oppgaver til elever <b>B:</b> Lagringsmulighet, ulike applikasjoner fungerer dårlig med iPad

Nr.	Direktesitat	
	Lærer	Elev
1	<p>2: «Følger læreverket som vi har, i matematikk. Tema har vi ut fra det. Må ha en plan på hvordan man skal vurdere dem. Også må vi tilpasse litt etter hver enkelt og passe på at man har noe for alle»</p>	<p>«Lett å holde orden på hvor du har ting».</p> <p>«Det er positivt på grunn av at det er lettere å finne».</p> <p>«Det er lettere for læreren å dele ut arbeid»</p>
2	<p>1: «Stiller åpne spørsmål til dem og de får noen minutter til å tenke på det, før de svarer på dem. Så kommer vi forhåpentligvis fram til det samme målet», «Hvem skal ut-oppgaver skaper gode klasseromsdiskusjoner»</p> <p>M: «Kan vise oppgaver på tavlen, der de forklarer hva de har gjort og elever kan diskutere rundt svaret», «Hvem skal ut» på Kikora. Det er designet for å fremme diskusjoner og refleksjoner».</p> <p>2: «Vi har mye diskusjoner av ting som de gjør digitalt. Det er jo veldig greit å kunne ha det framme på skjermen og så bruke det til at det ikke er bare jeg som skal sitte og arbeide, de kan fortsette på noe eller jobbe videre sammen, diskutere det»</p>	<p>«Kan snakke og samarbeide med andre».</p> <p>«Jeg synes det er morsommere å bruke digitale verktøy på skolen».</p>



**Vedlegg 8: GeoGebra – handlingsmuligheter og begrensninger**

Nivå	Handlingsmuligheter	Begrensninger
Teknologisk	Brukervennlighet Navigasjonsvennlighet Tilgjengelighet til GeoGebra uavhengig av diagrammer Løse likninger Lage grafer og funksjoner	
Elev	GeoGebra presenterer det matematiske innholdet på forskjellige måter (grafer, diagrammer og figurer) Bidrar til å transformere uttrykk som støtter konseptuell forståelse GeoGebra er kongruent med lærebok og blyant og papir øvelser GeoGebra tilbyr en fleksibel måte å håndtere et vidt spekter med vurderings spørsmål	GeoGebra tilbyr ikke direkte tilbakemelding Ingen «hjelpfunksjon»
Klasserom	GeoGebra tilbyr en viss grad autonomi og gjør elevene mer selvstendige i arbeidet GeoGebra tilbyr valg av løsningsprosesser som avgjør vanskelighetsgrad på oppgaven, og tilrettelegger for forskjellige kunnskapsnivå GeoGebra legger til rette for elevsamarbeid og deling av kunnskap	
Matematisk	GeoGebra tilbyr matematisk innhold med god kvalitet Oppgaver i GeoGebra tilrettelegger for refleksjon og matematisk tenkning GeoGebra tilbyr muligheter for å teste begrensninger i programmet, for å utfordre elevenes matematiske tenkning Gir muligheter for å fostre konseptuell tenkning foran prosedyreforståelse	

	GeoGebra viser formler, funksjoner, grafer, tall, algebraiske uttrykk og geometriske figurer korrekt	
Vurdering	<p>GeoGebra tilbyr svar på oppgavene basert på handlingene til elevene</p> <p>Tilbyr oversikt over handlingsvalgene elevene har gjort i arbeidet mot løsningen</p> <p>GeoGebra tilbyr ulike måter å fremstille løsninger på, avhengig av oppgaveformulering, elevenes preferanser og kunnskapsnivå</p> <p>Legger stor vekt på elevenes egne refleksjon og matematisk tenkning for egenvurdering av løsning</p> <p>GeoGebra åpner opp kreativitet, med et vidt spekter av farger, valg av visningselementer, representasjonsformer og tydeliggjøring av viktige faktorer, som kan forsterke lærernes oppfatning av elevenes matematiske forståelse</p> <p>GeoGebra tilbyr plattformen «GeoGebra Classroom», hvor elevprogresjon kan overvåkes i sanntid</p>	

**Vedlegg 9: Kikora – handlingsmuligheter og begrensninger**

<b>Nivå</b>	<b>Handlingsmuligheter</b>	<b>Begrensninger</b>
Teknologisk	Kikora gir elevene hint, slik at de får fremgangsmåter til å finne svar Kikora presenterer det matematiske innholdet på forskjellige måter (grafer, symboler, diagrammer og figurer) Realistiske problemløsningsoppgaver som skaper en større forståelse for elevene	
Elev	Kikora tilbyr elever oversikt over tilbakemeldinger Det gir oversikt over hva du som elev må arbeide mer med Kikora gir elevene hint, slik at de får fremgangsmåter til å finne svar	
Klasserom	Kikora kan benyttes for lekse og skolearbeid, med oversikt over hva som må gjøres Kikora har oppgaver som er ment for å skape klasseromsdiskusjoner og refleksjoner	Lærer kan ikke gi direkte tilbakemelding til elevene gjennom Kikora
Matematisk	Det er læringsløyper som er i samsvar med LK20 Oppgavene er tilrettelagt elevenes læringsnivå Åpner opp for refleksjon og matematisk tenkning	Tilbakemeldingene er gitt gjennom mattemotor, som noen gang kan misforstås av elever
Vurdering	Tilbyr en oversikt over elevenes arbeid til lærer, både enkeltelever og klasse Tilbyr oversikt over elever, deres arbeid og progresjon	Lærer kan ikke gi direkte tilbakemelding på plattformen

**Vedlegg 10: Showbie – handlingsmuligheter og begrensninger**

<b>Nivå</b>	<b>Handlingsmuligheter</b>	<b>Begrensninger</b>
Elev	Showbie tilbyr mulighet til å dele arbeid mellom elev og lærer Showbie tilbyr elever oversikt over tilbakemeldinger	
Klasserom	Er enkel å bruke i gruppearbeid Showbie kan benyttes for lekse og skolearbeid, med oversikt over hva som må gjøre Det er mulighet for deling av ukeplaner og lekser Showbie tilbyr gruppeprosjekter, fagfellellevurderinger og klasseromsdiskusjoner	
Vurdering	Showbie tilbyr belønningssystem Tilbyr oversikt over elever, deres arbeid og progresjon Kan gi enkelt tilbakemeldinger til elever Foreldrene kan se tilbakemeldinger og prestasjoner Showbie tilbyr mulighet for levering av filer, både i tekst og lyd	