

# I ØYEBLIKKET



*En studie om IKT sin medierende rolle i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanner og studenter i faget matematikdidaktikk*

Masteroppgave i IKT i læring

Høst 2014

Høgskolen Stord/Haugesund

Skrevet av Oksana Singh

## Sammendrag

Denne masteravhandlingen har som formål å øke forståelse av fenomenet improvisasjon i pedagogiske kontekster og søker etter dypere forståelse av IKT sin medierende rolle når lærerutdanneren improviserer i ulike kontekster i faget matematikdidaktikk.

Avhandlingen er todelt. Den første delen er en litteratur-review med problemstillingen:

*«Hvordan beskriver og diskuterer forskningslitteraturen improvisasjon som fenomen i forhold til pedagogiske kontekster og hvilke sentrale begreper kobles til improvisasjon i denne diskursen?»*

Funnene fra litteratur-reviewen viser at fenomenet improvisasjon kobles til slike sentrale begreper som *kreativitet, jazzimprovisasjon, teaterimprovisasjon, dialog og publikum*. I tillegg er begrepene *pedagogisk improvisasjon og disciplined improvisation* viktige bidrag for å forstå pedagogisk virksomhet som en kunstnerisk handling.

Andre funn fra litteratur-review som har stor betydning for den kvalitative delen av avhandlingen er følgende: Improvisasjon er en naturlig del av dialogiske samhandlinger mellom deltakerne i klasserommet. (Karlsen, 2006) Likevel er ikke all improvisasjon berikende eller produktiv i undervisningssammenhenger (Maheux & Lajoie, 2010). For at den skal virke etter formålet (oftest læring i undervisningssammenhenger) er det viktig at den baserer seg på lærerens faglige kunnskaper, foregår innen visse rammer og strukturer og har pedagogisk og didaktisk verdi. (Sawyer, 2004; Kharkin, 1992; Borko & Livingston, 1989; Beghetto & Kaufman, 2011) For at improvisasjon skal finne sted er det viktig at læreren skaper et trygt forhold til studentene slik at de tør å komme med spørsmål, kommentarer og ideer, som videre kan føre til lærerens improvisasjon. (Nyheim, 2010; Alterhaug, 2004; Kharkin, 1992) På bakgrunn av funnene fra litteratur-review gjennomfører jeg en kvalitativ undersøkelse som baserer seg på observasjoner og intervjuer av en lærerutdanner som underviser i faget matematikdidaktikk.

Problemstillingen lyder

*«Hvilken rolle har IKT som et medierende redskap i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanner og lærerstudenter med tanke på utviklingen av matematiske samtaler?»*.

Den teoretiske rammen for studien er sosiokulturelt teoretisk perspektiv med fokus på situerte handlinger, der medierende artefakter spiller en viktig rolle. I tillegg legger jeg vekt på Bakhtins (2004/1953) og Sidorkins (1999) teorier om dialog og monolog,

teorien til Goos, Renshaw, Galbraith & Geiger (2000) om fire roller teknologi kan ha i undervisningssammenhenger og teori om *instrumental orchestration*, der jeg legger mest vekt på artefaktens rolle som instrument i pedagogiske sammenhenger. (Drijvers et al. 2008 og 2010) Matematiske samtaler blir beskrevet ved hjelp av forskningsprosjektet til Johnsen-Høines & Alrø (2012).

Funnene fra den empiriske delen av masteravhandlingen viser at fysiske artefakter kan ha en viktig medierende rolle i improvisatoriske samhandlinger, der matematiske samtaler er målet. Disse kan mediere det tiltenkte innholdet, visualisere en oppgave, et problem eller andre matematiske sammenhenger, bidra til studentdeltakelse og ikke minst hjelpe lærerutdanneren gjennom en improvisatorisk handling ved å tydeliggjøre hennes tanker. For at artefakten skulle innta en slik rolle er det viktig at lærerutdanneren etablerer et fortrolig og meningsfylt forhold til artefakten hun benytter seg av. Hvis lærerutdanneren ikke kjenner til *affordansene* til artefakten i en gitt setting, kan dette føre til «en ikke-produktiv improvisasjon», improvisasjon som ikke fører til bedre forståelse av det som blir gjennomgått, hemmer utvikling av matematiske samtaler eller fører til unødvendig bruk av undervisningstiden.

## Abstract

The purpose of this thesis is to increase understanding of improvisation in educational contexts and search for a deeper understanding of the mediating role ICT has when the teacher improvises in his teaching in different contexts within the subject of didactics of mathematics. The thesis is twofold. The first part is a literature review with this research question:

*"How does research literature describe and discuss improvisation in relation to educational contexts and what are the key concepts connected to improvisation in this discourse?"*

The findings from the literature review show that improvisation is connected to such central concepts as creativity, jazz improvisation, theater improvisation, dialogue and the audience. In addition, the terms *pedagogical improvisation* and *disciplined improvisation* are important contributions to the understanding of pedagogical activities as an artistic action.

Other findings from the literature review that has great importance for the qualitative part of the thesis is: Improvisation is a natural part of dialogic interactions between participants in the classroom. (Karlsen, 2006) Nevertheless, not all improvisation is rewarding or productive in teaching contexts (Maheux & Lajoie, 2010). For it to work appropriately (most often achieve learning in teaching contexts), it is important that it is based on the teacher's professional knowledge, takes place within certain frames and structures and has pedagogical and didactic value. (Sawyer, 2004; Kharkin, 1992, Borke & Livingston, 1989; Beghetto & Kaufman, 2011) For improvisation to take place, it is important that the teacher creates a trustful relationship with the students so that they dare to come with questions, comments, and ideas, which can lead to the teacher's improvisation. (Nyheim, 2010; Alterhaug, 2004; Kharkin, 1992) Based on the findings from the literature review I conduct a qualitative study which builds upon observations and interviews of a teacher educator who teaches the subject of mathematics didactics. The research question is:

*"What is the role of ICT as a mediating tool in improvised interactions between teacher educator and teacher students, in regards to the development of mathematical conversations?"*

The theoretical framework for the study is sociocultural perspective with a focus on situated actions, where the mediating artefacts play an important role. In addition, I put emphasis on Bakhtin (2004/1953) and Sidorkin's (1999) theories of dialogue and monologue, the theory of Goos, Renshaw, Galbraith & Geiger, (2000) about the four roles technology can have in teaching contexts and theory of instrumental orchestration, where I point out the artefacts role as an instrument in pedagogical contexts. (Drijvers. et al. 2008 and 2010) Mathematical conversations are described using the research project of Johnsen-Høines & Alrø (2012)

The findings from the empirical part of the thesis show that physical artefacts can have an important mediating role in improvised interactions, where the aim is mathematical conversations. These artefacts are capable of mediating the intended content, visualize a task, problem, or other mathematical contexts, contribute to student participation, help the teacher educator through an improvisational action by clarifying her thoughts. The artefact can take on such a role if the teacher educator establishes a familiar and meaningful relationship to the artefact she uses. If the teacher educator is not familiar with the affordances of the artefact in a given setting, then this can lead to "a non-productive improvisation", improvisation that does not lead to a better understanding of what is reviewed, inhibits the development of mathematical conversations or wastes time.

## Forord

Når jeg i dag ser tilbake på den tiden jeg jobbet med masteroppgaven, husker jeg spesielt en episode da jeg ikke hadde helt tro på at begrepet improvisasjon hadde stor verdi i lærerutdanningen i matematikkfaget og heller ikke trodde at bruk av IKT under lærerutdannerens improvisasjon kunne føre til fornuftige matematiske samtaler. Da jeg fortalte dette til min veileder, sa han: «Du skal ikke tro, du skal undersøke og oppdage!» Disse ordene ledet meg gjennom hele denne lange reisen, der jeg først gjennomgikk relevant forskningslitteratur om improvisasjon, så observerte både lærerutdanneren, studenter og studentenes praksis på ungdomsskole, så gjennomgikk en betydelig mengde data, transkriberte video- og lydopptakene, analyserte det transkriberte datamaterialet og renskrev denne avhandlingen. Jeg har lært ubeskrivelig mye gjennom denne reisen. Og det viktigste er at denne studien gjorde meg mer bevisst på verdien improvisasjon har i mine egne undervisninger. Improvisasjon har blitt en naturlig del av min hverdag som lærer. Det betyr ikke at jeg improviserer i alle undervisningstimer, men jeg bruker studentinnspill mer bevisst enn det jeg gjorde før. Jeg baserer mine undervisninger på deres kommentarer, spørsmål og forslag til eksempelvis løsninger på ulike matematiske problemer og i fellesskap finner vi svaret, avklarer misoppfatninger og i noen tilfeller oppdager løsninger som jeg i utgangspunktet ikke tenkte på selv. IKT har alltid vært en del av min hverdag som lærer, men jeg tenker mer over verdien av artefaktene jeg bruker i ulike settinger, jeg er blitt mer bevisst deres potensial og begrensninger.

Det har vært utrolig spennende, men samtidig veldig krevende, å gjennomføre dette prosjektet, men uten mine tålmodige informanter, lærerutdanneren og hennes studenter, ville ikke denne avhandlingen blitt til. Derfor vil jeg takke alle som deltok i denne studien, ikke minst for den uforglemmelige opplevelsen av å være til stede i lærerutdannerens undervisninger som baserte seg på studentinnspill og en klasseromsatmosfære som utstrålte trygghet og respekt.

Jeg vil også takke min veileder Knut Steinar Engelsen. Du har alltid vært tålmodig, lyttende, konstruktiv og grundig i dine tilbakemeldinger, men la også stor vekt på at ansvaret for denne studien lå i mine hender.

## Innholdsfortegnelse

Bakgrunn for forskning.....	1
Improvisasjon .....	5
Kapitteloversikt.....	6
Begrepsavklaring.....	7
Litteratur-review som metode .....	8
Litteratur-review.....	10
Funn, konklusjon .....	21
Problemstilling for kvalitativundersøkelse og avgrensninger .....	23
Tidligere forskning .....	24
Samhandlinger i undervisningskontekster .....	25
Bruk av artefakter med vekt på digitale hjelpemidler .....	28
Teoretisk bakteppe .....	33
Situert læring, medierende artefakter og den nærmeste utviklingssonen.....	33
Dialog og monolog .....	35
Lærerens kompetanse og matematiske samtaler .....	38
Digital kompetanse, instrumentell orkestrering, forholdet mellom lærer og teknologi .....	40
Oppsummering .....	44
Valg av metode .....	45
Kvalitativ metode.....	46
Kasusstudie.....	46
Valg av informanter .....	47
IKT-redskaper.....	48
Observasjoner.....	49
Intervju .....	50
Triangulering.....	51
Litteratur-review .....	51
Analyse .....	51
Ethiske betraktninger .....	53
Reliabilitet og validitet .....	54
Den valgte metodens begrensninger .....	55
Reliabilitet og validitet i min studie .....	55
Generalisering.....	56

Analyse av data.....	56
Eksempel 1. Posisjonssystem.....	57
Eksempel 2. Romerske tall.....	61
Eksempel 3. Bruk av PowerPoint .....	63
Eksempel 4. Videofilm med erfaren matematikklærer .....	64
Eksempel 5. Oppstart med bruk av GeoGebra .....	68
Eksempel 6. Endring i planen, instruksjonstimen .....	69
Eksempel 7. GeoGebra-fil.....	70
Eksempel 8. Selvstendig arbeid med (GG). Nathalie veileder .....	73
Eksempel 9. Oppgaveløsning i fellesskap .....	75
Drøfting og konklusjon .....	76
Improvisatoriske samhandlinger .....	77
IKT sin medierende rolle i utviklingen av matematiske samtaler .....	78
Oppsummering og konklusjon.....	81
Implikasjon .....	82
Litteraturliste.....	i
Vedlegg 1.....	xii
Vedlegg 2.....	xiii
Vedlegg 3.....	xiv
Vedlegg 4.....	xv



## Bakgrunn for forskning

Jeg er utdannet realfagslærer ved høgskolen i Narvik og har siden 2009 jobbet på videregående skole og undervist i fysikk, matematikk og naturfag. I løpet av denne korte perioden som lærer har jeg fått mulighet til å jobbe på tre videregående skoler i tre ulike fylker. Jeg har ikke jobbet under reform 97 og har bare erfaringer med den nye læreplanen. Helt siden mitt eget studie har jeg vært opptatt av den kommunikative/dialogiske siden ved matematikkundervisningen. Jeg har også vært opptatt av å utvikle min egen digitale kompetanse som lærer<sup>1</sup> og å inkludere IKT i mine undervisningsfag.

Det første året som lærer måtte jeg ofte improvisere for å oppnå en undervisning der både dialog og digitale verktøy var inkludert. Det å måtte improvisere i undervisningssammenheng var ofte sett på som noe negativt fordi mange av mine kollegaer knyttet begrepet improvisasjon til lite erfaring med undervisning og dårlig forberedte timer. Lærere fra skolene jeg jobbet på benyttet seg ofte av den tradisjonelle undervisningsformen som jeg husker fra min egen skolegang. Mine erfaringer fra tre ulike videregående skoler som ligger i Nord-Norge, Østlandet og Vestlandet, tilsier at den tradisjonelle undervisningsformen i matematikkfaget dominerer over en arbeidsform, der dialog, utforskende oppgaver og gruppeaktiviteter inngår. Dominansen av en slik arbeidsform bekreftes også av både TIMSS Advanced<sup>2</sup> (2010) og forskning (Streitlien, 2006; Helgevold, 2011). Det kommer fram at matematikktimene i norske skoler beskrives som todelt. Første del består av lærerens gjennomgang av lekser eller presentasjonen av det nye stoffet og andre del er preget av individuelt arbeid der elevene jobber med oppgaver fra boka med hjelp fra læreren. Det påpekes også at oppgavene som løses i timene har liten relevans til sammenhenger utenfor skolen. I noen av timene blir digitale hjelpemidler benyttet. (Grønmo, Onstad & Pedersen, TIMSS Advanced, 2010) En slik arbeidsform omtales også i den siste PISA<sup>3</sup> rapporten, der det nevnes at matematikktimene i norsk skole «har noe mer vektlegging av individuelt arbeid med oppgaveløsning og lite bruk av gruppearbeid». (Kjærnsli & Olsen, 2013, s.123) Dominansen av slik undervisning i Norge kan, etter min mening, skyldes tradisjonen i

---

<sup>1</sup> Her henviser jeg til lærerens digitale kompetanse som defineres av Krumsvik, 2007. s. 71-72

<sup>2</sup> TIMSS Advanced undersøker kompetansen til elever som har valgt fordypning i matematikk og fysikk tredje år i videregående skole. Studien inkluderer også lærernes kompetanse og tilrettelegging av undervisning.

<sup>3</sup> PISA-undersøkelsen arrangeres av organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling (OECD) og gjennomføres hvert tredje år. Denne undersøkelsen kartlegger 15-åringers kompetanse og ferdigheter innenfor fagområdene matematikk, lesing og naturfag. Norge har deltatt i denne undersøkelsen siden år 2000.

norsk utdanningssystem. Eksempelvis skriver Grønmo & Onstad (2012a), ved å støtte seg på sosial læringsteori, at «læring skjer i en sosial kontekst der folk lærer av hverandre gjennom observasjon, imitasjon og modellering». (s. 93) Derfor kan, ifølge Grønmo et al. (2012a) lærerutdanneres oppfatning av matematikkfaget virke inn på lærerstudenters oppfatning av dette faget og påvirke deres «holdninger og didaktiske tilnærminger til undervisningen». (s.93) Resultatene fra TEDS-M 2008<sup>4</sup> viser blant annet at slike aktiviteter som «å lage motiverende prosjekter», «utvikle interessevekkende leker eller spill», «bruk av undervisningsmateriell som baserer seg på elevenes egne erfaringer, interesser og evner», «finne passende lærestoff og undervisningsmateriell» og «undervisningsopplegg som baserer seg på elevenes misoppfatninger» sjelden blir brukt i lærerutdanningen. (Grønmo et al. 2012a) Grønmo et al. (2012a) kaller aktiviteten «utvikle interessevekkende leker eller spill» for kreativ aktivitet og framhever at denne fikk minst oppslutning i undersøkelsen. (s.88) I nasjonale retningslinjer for grunnskolelærerutdanningen 5. – 10. trinn vektlegges det både bruk av varierende arbeidsmetoder og utvikling av kreative evner. Dette blir formulert på følgende måte: framtidige lærere «skal være gode matematiske veiledere og *samtalepartnere*, kunne velge ut og lage gode matematiske eksempler og oppgaver, og kunne evaluere og velge materiell til bruk i matematikkundervisningen». (Kunnskapsdepartementet, 2010a. s.34). Det legges også vekt på at studentene skal kunne se på matematikk som «en skapende prosess og kunne stimulere elevene til å bruke sine kreative evner». (s.34) Derfor mener jeg at lærerutdanningsinstitusjoner i Norge bør legge til rette for aktiviteter der studentene lærer å lede matematiske samtaler<sup>5</sup>, kan velge ut ulike undervisningsmetoder og materiell, kjenner til ulike arbeidsaktiviteter og er i stand til å skape kreative læringsmiljøer. I denne prosessen er lærerutdannere både viktige rollemodeller og veiledere for framtidige lærere. Den samme studien, TEDS-M, viser at norske lærerstudenter er svake i fagene matematikk og matematikkdidaktikk for ungdomstrinnet, men viser gode resultater i disse fagene for barnetrinnet. Studentene mangler, ifølge studien, grunnleggende kompetanse innen

---

<sup>4</sup> Lærerutdanneres oppfatning av matematikk, samt bruken av ulike metoder og aktiviteter, blir undersøkt gjennom TEDS-M, Teacher Education and Development Study – Mathematics, som er en internasjonal undersøkelse av lærerutdanning i matematikk for barne- og ungdomstrinnet som gjennomføres av International Association for The Evaluation of Educational Achievement. Siste undersøkelse var gjennomført i 2008, der 17 land hadde deltatt og Norge var et av disse landene.

<sup>5</sup> Lærerutdanneren brukte rammeverket til Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S. & Hughes, El. K. (2008) «Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell» som beskriver fem steg som kan være til hjelp for lærerstudenter, nybegynnerlærere og erfarne lærere under forberedelse og gjennomføring av undervisning, der matematiske samtaler er målet. (Vedlegg 4), (DOI: 10.1080/10986060802229675)

algebra og aritmetikk (Grønmo, et al. 2012a), noe som også gjelder for elevene i grunn- og videregående skole i Norge, ifølge PISA-2012 og TIMSS<sup>6</sup>-2011. Resultatene fra PISA 2003 og 2006 viste at norske elever skåret dårlig i matematikkfaget og viste at de i gjennomsnitt hadde lavere kompetanse enn elever i de andre nordiske landene. (Olsen, 2010) I år 2009 bedret resultatene seg og norske elever nådde gjennomsnittet som var fastsatt av OECD, men vi var fortsatt et stykke under Danmark, Island og Finland. (Olsen, 2010) Undersøkelsen fra år 2012 var gjennomført som en todelt prøve, der én del var papirbasert og den andre delen var digital. Resultatene viser nedgang på den norske matematikkskåren fra 2009 til 2012. (Kjærnsli et al. 2013. s.20) I følge rapporten ligger likevel Norge ikke langt unna det fastsatte gjennomsnittet til OECD. Prestasjonene til yngre elever avdekker et noe liknende bilde ifølge TIMSS-undersøkelsene. Undersøkelsen fra 2011 viser at resultatene til norske elever har bedret seg, men vi ligger fortsatt under det fastsatte gjennomsnittet. (Grønmo, Onstad, Nilsen, Hole, Aslaksen & Borge, 2012b)

Prestasjonene til elever i matematikkfaget på både grunn- og videregående skole kan fra den ene siden ha sammenheng med læreres kunnskaper eller kompetanser (Hill, Rowan & Ball 2005; St. meld. nr.11. (2008-2009), 4.3) og fra den andre siden kan disse, etter min mening, skyldes betydelige endringer i det norske utdanningssystemet i de siste åtte årene.

I 2006 har Norge fått en ny læreplan, LK06, der blant annet digitale ferdigheter er blitt inkludert i alle fag. (Kunnskapsdepartementet<sup>7</sup>, 2006) Mange skoler har tatt i bruk digitale hjelpemidler og Norge er på toppen når gjelder bruk av datamaskiner og Internett, i både skoler og hjem. (Krumsvik, 2007, s.317, Statistisk sentralbyrå, 2014) Informasjons- og kommunikasjonsteknologi i skolen har vært et viktig satsingsområde fra politisk side i flere år. I 2010 har Stortinget opprettet et eget senter for IKT i utdanningen. Det utarbeides ulike program og nettsteder for utvikling av digital kompetanse hos elever og lærere. (Kunnskapsdepartementet. 2011) Det foregår stadig utvikling av læreplanen og grunnleggende ferdigheter<sup>8</sup>. Eksempelvis har noen av

---

<sup>6</sup> TIMSS-undersøkelsene er et internasjonalt forskningsprosjekt om matematikk og naturfag i grunnskolen. Disse gjennomføres hvert fjerde år og Norge har deltatt i TIMSS i 1995, 2003, 2007 og 2011.

<sup>7</sup> Det er Utdannings- og forskningsdepartementet som står for utarbeidelsen av Kunnskapsløftet, dvs. den nye læreplanen, men navnet på departementet ble endret 1. januar 2006. Her velger jeg å bruke det nye navnet, *Kunnskapsdepartementet*.

<sup>8</sup> I den nye læreplanen LK06 er det lagt vekt på fem grunnleggende ferdigheter (basisferdigheter); *mundlige ferdigheter, digitale ferdigheter, å kunne skrive, å kunne lese og å kunne regne*, som er inkludert i alle fag på alle trinn i både grunn- og videregående skole. Disse er «nødvendige forutsetninger for læring og utvikling i skole, arbeid og samfunnsliv». (Utdanningsdirektoratet. 2012)

kompetansemålene i matematikk blitt endret de siste årene. Det har kommet utdypende forklaring på hvordan grunnleggende ferdigheter kan integreres i ulike fag. Betegnelsen «å kunne uttrykke seg muntlig» har blitt endret til «muntlige ferdigheter», mens betegnelsen «å kunne bruke digitale verktøy» er endret til «digitale ferdigheter». Dette er gjort for blant annet å ivareta det dialogiske aspektet, rette fokuset mot holdninger og forståelse. (Utdanningsdirektoratet [Udir]. 2012) I tillegg er bruk av digitale verktøy blitt et krav på eksamen i matematikk på både grunn- og videregående skole fra våren 2015<sup>9</sup>. (Udir. 2013)

Selv om det foregår betydelig arbeid med implementeringen av IKT i skoler blir ikke kravene om integrering av digitale hjelpemidler i alle fag fra barnehage til høyere utdanning tilfredsstillt. (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2013) I den siste Monitor<sup>10</sup>-rapporten konkluderes det med at lærerne har ulik digital kompetanse innen bruk av teknologi og utviklingen av denne kompetansen skjer oftest ved hjelp av prøving og feiling. Matematikk er fortsatt det faget der IKT-bruk er lite utbredt. (Hatlevik, Egeberg, Guðmundsdóttir, Loftsgarden & Loi, 2013, s.97) Resultatene fra grunnskolen viser at «datamaskin ikke har blitt et daglig verktøy i skolen». (s. 139) Videregående skoler er de som bruker datamaskin og nettbrett oftest i undervisningssammenheng. (Hatlevik et al. 2013)

Endringer i norsk læreplan og en rask teknologiutvikling førte med seg behovet for å styrke lærerutdanningen, som er et viktig ledd i det norske utdanningssystemet. Fra høsten 2010 startet en ny grunnskolelærerutdanningen opp. (Endringen i høyere utdanning skjedde allerede i 2003, men denne blir det ikke lagt fokus på i min masteroppgave). Denne skiller seg fra den tidligere utdanningen med at allmennlærer-tittel utgår og en må velge mellom to spesifikke greiner: lærer for klassetrinnene 1-7 eller 5-10. Videre er det lagt større fokus på sammenhengen mellom fag og praksis og fag og fagdidaktikk, i tillegg skal grunnleggende ferdigheter integreres i alle fag. Utdanningen er blitt mer profesjonsrettet og forskningsbasert. (St. meld. nr.11. (2008-2009), 3.2) Det legges vekt på digitale ferdigheter hos lærerstudenter. Det poengteres blant annet at de skal «forstå de samfunnsmessige perspektivene knyttet til teknologi- og medieutviklingen og kan bidra til at barn og unge utvikler et reflektert forhold til digitale arenaer». (Kunnskapsdepartementet, 2010b). Videre står det at det forventes at

---

<sup>9</sup> På ungdomsskole skal elevene bruke regneark og graftegner, mens på videregående er det også CAS, som skal brukes av blant annet elever som tar S1, R1 og R2.

<sup>10</sup> «Monitor er en norsk longitudinell studie som kartlegger elevens digitale kompetanse på 7. trinn, 9. trinn og Vg2.» Og den siste undersøkelsen tok også med lærernes digitale kompetanse. (Senter for IKT i utdanningen, 2014).

studenter skal kunne «vurdere ulike læremidler og reflektere over didaktiske muligheter med bruk av IKT». (Kunnskapsdepartementet, 2010a, s.17) Dette stiller åpenbart krav til lærerutdanningsinstitusjonene i forhold til variert bruk av IKT-ressurser, og i tillegg bør det legges vekt på potensial og begrensninger til disse ressursene. Frihet i forhold til valg av metoder, ressurser og læremidler er dessuten understreket i St. meld. nr. 31 (2007-2008), på følgende måte:

Kompetansemålene i læreplanene impliserer at elever og lærere har tilgang til et bredt utvalg varierte og fleksible læremidler, både trykte og digitale og andre kunnskapskilder. Mangfoldet av læremidler (...) er et viktig element for å sikre metodefrihet og mulighet til å gi elevene tilpasset opplæring av høy kvalitet. Lærernes kompetanse er med på å understøtte metodefriheten og gi målrettet metodebruk ut over en læremiddelstyrt undervisning. (kap. 4.3.1)

Etter min mening gir en slik metodefrihet muligheter i forhold til tilrettelegging og tilpasning etter individuelle behov hos studenter/elever og er til stor hjelp i utviklingen av deres kreative evner. Når jeg her tar i betraktning de svake prestasjonene til lærerstudenter i matematikk- og matematikkdidaktikk, samt de lite varierende undervisningene til lærerutdannere (Grønmo, et al. 2012a) ser jeg at videreutvikling av lærerutdanningsinstitusjoner er betydningsfull, med tanke på at framtidige lærere skal undervise elever på grunn- og eventuelt videregående skole.

### Improvisasjon

Gjennom min masterstudie fikk jeg kjennskap til et prosjekt ved HSH som har navnet «Improvisation in Teacher Education: Curricula and Practice in Dynamic Interplay (IMTE)». Formålet med dette prosjektet er: «To study and develop teacher education as a collaborative, dynamic and relevant practice, structured and guided by the concept of improvisational performance as a generic and overarching teaching skill». (Engelsen, Espeland, Høisæter, Mæland, Sømoe, & Tuset, 2012)

Begrepet improvisasjon har fortsatt en veldig liten betydning innenfor norske utdanningsinstitusjoner, men ny forskning tyder på at dette begrepet kan være et nyttig tilskudd til dagens pedagogisk praksis. (Alterhaug, 2010, s.116)

Improvisasjon nevnes ikke eksplisitt i verken forskrifter eller rammeplaner for grunnskolelærerutdanningen med fokus på matematikkfaget. Dette begrepet er heller ikke utbredt i forhold til de gode egenskapene som det forventes en lærer bør ha for å

fremme læring hos elever i matematikkfaget. Etter min egen erfaring blir en lærer som improviserer i realfag sett på som enten en dårlig forberedt lærer eller en lærer som befinner seg i en situasjon der det skjer uønskede hendelser som gjør at opplegget han hadde planlagt ikke kan realiseres. Med andre ord blir sjelden improvisasjon sett på som noe positivt.

Improvisasjon er likevel et begrep som omgir oss i vår hverdag. I artikkelen *Improvisasjon i veiledning* poengterer Alterhaug (2010) at «fenomenet improvisasjon er til stede i all menneskelig virksomhet: fra hverdagslige sysler til profesjonell utfoldelse i kunst og i andre sammenhenger». (s. 101)

Fenomenet improvisasjon og det, etter min mening, spennende IMTE-prosjektet gjorde at jeg ble nysgjerrig på mulighetene improvisasjon kunne gi i matematikkfaget i lærerutdanningen. Derfor valgte jeg i min masteravhandling å undersøke hvordan fenomenet improvisasjon knyttes til pedagogiske kontekster i forskningsrettet litteratur og i tillegg gjennomføre en kvalitativ undersøkelse der jeg observerer undervisningene til en lærerutdanner i faget matematikdidaktikk.

Formålet med denne undersøkelsen er å bidra til utviklingen av grunnskolelærerutdanningen i forhold til bruk av IKT i matematikk og matematikdidaktikk.

## Kapitteloversikt

Jeg valgte å starte avhandlingen med en *litteratur-review* der jeg undersøker, ved hjelp av forskningslitteratur, hvordan fenomenet improvisasjon knyttes til pedagogiske kontekster. Denne delen av avhandlingen begynner med redegjørelse av litteratur-review som forskningsmetode. Videre kommer det *problemstilling og avgrensning* for den empiriske delen av denne masteravhandlingen. Så kommer det oversikt over *tidligere forskning* som omhandler forskning som jeg mener er relevant for feltet jeg undersøker. Neste kapittel er *teoretisk bakteppe*, der det blir lagt vekt på teori om situert læring, medierende artefakter i sosiale samhandlinger, dialogisme og monologisme, *den nærmeste utviklingssonen*, lærerens kompetanse og matematiske samtaler, læreres digitale kompetanse, teorien om *instrumental orchestration* og teori om fire roller teknologi har i forhold til samhandlinger innen undervisning og læring. I *metodekapitlet* gjør jeg rede for hvorfor jeg valgte en kvalitativ forskningsmetode og forklarer betydningen av videoobservasjoner og oppfølgingsintervjuer i min studie. Denne delen

blir etterfulgt av *analyse av funn og drøfting*. Der presenterer jeg ulike typer undervisningssettinger, slik at den medierende rollen til ulike artefakter lærerutdanneren brukte kommer tydelig fram.

## Begrepsavklaring

**Affordanser-** blir kun brukt i forbindelse med ulike redskaper som lærerutdanneren benytter og peker på egenskapene og mulighetene som disse redskapene har.

**Artefakter-** begrepet blir brukt synonymt med *verktøy, redskaper* og *ressurser*.

Begrepet har en viktig rolle i et sosiokulturelt perspektiv og betegner de ressursene, psykologiske (tenkning, tale, symboler, osv.) og fysiske (datamaskin, penn, bil, osv.), som «vi har tilgang til, og som vi bruker når vi forstår vår omverden og handler i den». (Säljö, 2001, s.21)

**Dialogisk undervisning-** sammenhenger der lærerutdanneren bygger sin undervisning på studentdeltakelse, stiller spørsmål eller bruker andre metoder som åpner rom for diskusjoner eller faglige samtaler.

**Elever-** der jeg bruker teoretikere som har forsket på elever, kan begrepet relateres til alle lærende, i min avhandling brukes *elever* ofte synonymt med *studenter*.

**Improvisatoriske samhandlinger** – i dette inngår alle relasjonene og responsene i gitte settinger som fører til lærerutdannerens improvisasjon. Samhandlingene kan både være verbale og tause, der lærerutdanneren responderer på studentenes stilhet, senket blikk eller andre kroppslige bevegelser som kan signalisere at noe ikke er forstått, vanskelig eller uinteressant.

**IKT-** begrepet informasjon- og kommunikasjonsteknologi blir brukt synonymt med begrepene *digitale hjelpemidler, digitale verktøy* og *teknologi*. Likevel legger jeg større fokus på slike redskaper som video, geometriprogrammet GeoGebra og PowerPoint-presentasjon.

**Kontekst-** er sammenhenger der eksempelvis artefaktene blir brukt i. Dette begrepet peker på omstendighetene rundt en situasjon eller hendelse. Konteksten påvirker vår tolkning av hendelsen eller bruken av artefakter, og videre hvordan hendelsen utspiller seg i en gitt setting. (Wikipedia, 2013; Breive, 2013; Helgevold, 2011)

**Litteratur-review-** begrepet blir brukt synonymt med *litteraturanalyse* og *litteraturgjennomgang* og forklares nærmere i den delen av avhandlingen som heter *litteratur-review*.

**Matematiske samtaler-** i min avhandling er disse samtalene knyttet til bruk av matematiske begreper, symboler, resonnementer, til diskusjoner om matematiske problemer, evt utforskende matematiske samtaler (som utforsker et gitt problem eller oppgave), men knyttes også til ulike didaktiske problemstillinger der lærerutdanneren og studentene relaterer oppgavene til hvordan disse kan formidles til elever, forstås eller misforstås av dem.

**Masteravhandling-** begrepet blir brukt synonymt med begrepene *masteroppgave* og *avhandling*.

**Medierende artefakter-** artefaktene formidler/medierer «virkeligheten for mennesker i konkrete virksomheter». (Säljö, 2001, s. 83) Vi forstår verden gjennom ulike artefakter, og i et sosiokulturelt perspektiv er det meningsløst å snakke om læring, forståelse eller andre sosiale samhandlinger foruten disse ressursene. (Säljö, 2001)

**Setting-** en konkret situasjon med deltakerne og omgivelsene rundt dem.

### Litteratur-review som metode

Jeg har valgt å gjennomføre en litteratur-review for å bli kjent med tidligere forskning på det aktuelle området, men også for å danne et grunnlag for og gi forståelse av fenomenet improvisasjon i pedagogiske kontekster. (Hart, 1998)

Montuori (2005) skriver følgende om litteratur-review:

A literature review involves a survey of the field and as such is an interpretation of that field by the reviewer. The reviewer decides what authors and theoretical positions to address, how much time to spend on a certain author or a certain theoretical perspective, what to include, and what to leave out of the review based on criteria of relevance.  
(s.376)

I min litteraturgjennomgang konsentrerer jeg meg om forskningen på begrepet improvisasjon innen pedagogiske kontekster og har følgende problemstilling:

*«Hvordan beskriver og diskuterer forskningslitteraturen improvisasjon som fenomen i forhold til pedagogiske kontekster og hvilke sentrale begreper kobles til improvisasjon i denne diskursen?»*

Montuori (2005) anbefaler å se på litteratur-review, som en kreativ prosess, der forskeren vurderer, analyserer og tolker verk til andre forfattere på et valgt felt, men også presenterer egne synspunkter i forhold til denne diskursen. Derfor presenterer jeg i denne studien både relevant forskning på feltet jeg undersøker, men forsøker samtidig å



få fram min egen stemme og vise hvor jeg plasserer meg i forhold til synspunktene som blir presentert. Litteratur-review gir også mulighet for å «gå i dialog» med de forskere jeg velger å presentere. Gjennom denne dialogen kommer deres synspunkter og meninger fram, og disse konfronteres med mine egne oppfatninger og erfaringer innen feltet jeg undersøker. (s. 378) Montuori (2005) sammenlikner litteratur-review med et kart, der han påpeker følgende: «The review cannot be exhaustive: It is a map of the terrain not the terrain itself. A map is selective, highlighting some areas at the expense of others». (s. 376)

Med dette menes det at jeg, som forsker, må velge ut litteratur som er mest mulig aktuell i forhold til forskningstemaet som undersøkes. Samtidig utelukker jeg andre interessante poeng, men dette er helt avgjørende for å komme i havn med masteravhandlingen. Ifølge Dysthe<sup>11</sup> (2013) gjennomføres litteraturgjennomgangen på følgende måte; først formulerer forskeren problemstilling, så gjennomfører litteratursøk, velger ut det forskeren mener er mest relevant for hans problemstilling, vurderer kilder, leser og noterer underveis, så analyserer og tolker og til slutt skriver review-teksten. Liknende anbefaling i forholdt til gjennomføringen av litteratur-review er beskrevet av Polit & Beck (2012) og Forsberg & Wengstrøm (2013).

Jeg gjennomførte søk på *Idunn.no*, *BIBSYS Ask*, *ERIC*, *Academic Search Premier*, *google scholar* og *nb.no*. I tillegg hadde jeg noen bøker som omhandlet det aktuelle temaet hjemme. Bøkene var kjøpt på *akademika.no*. Søkeordene jeg brukte var følgende: «improvisasjon», «improvisasjon lærerutdanning», «improvisasjon matematikk», «improvisasjon pedagogikk», «improvisasjon pedagogiske kontekster», «improvisasjon IKT», «improvisation», «improvisation teacher education», «improvisation mathematics», «improvisation pedagogy», «improvisation pedagogical contexts», «improvisation ICT». Disse var brukt med og uten anførselstegn. De samme ordene var også skrevet på russisk<sup>12</sup> der jeg brukte nettleseren *yandex*. Etter at jeg oppdaget at begrepet improvisasjon knyttes til «kreativitet», «jazz» og «teater», har jeg også brukt disse begrepene sammen med ordet «improvisasjon» på de aktuelle databasene. Søkene viste et begrenset utvalg av norsk forskningslitteratur innen det

---

<sup>11</sup> Dysthe, O. 23.09. 2013. *Om litteratur-review i PhD- studiet*, workshop (Seminar for Nasjonal forskerskole for lærerutdanning, NAFOL, kull 4, Stord).

<sup>12</sup> Følgende søkeord var brukt på russisk «Импровизация», «импровизация педагогика», «импровизация педагогический контекст», «импровизация ИКТ», for å få flere alternative søk i forhold til ordet «lærerutdanning» brukte jeg «педагогическое образование, подготовка учителей, подготовка преподавателей, обучение преподавателей, педагогическая подготовка, импровизация ИКТ»

aktuelle feltet, og noe mer utvidet i forhold til utenlandsk forskning. Siden min masteravhandling inneholder både litteraturgjennomgang og en empirisk undersøkelse, måtte jeg redusere funnene betydelig. Jeg valgte å satse på både norsk og internasjonal forskningslitteratur for å få mest mulig informasjon om fenomenet improvisasjon knyttet til pedagogiske kontekster. Og siden begrepet improvisasjon er en naturlig del av vår hverdag (Alterhaug, 2010) valgte jeg både å se på noe eldre litteratur (fra og med år 1987) og nyere litteratur (opp til år 2012).

### Litteratur-review

Begrepet improvisasjon kommer fra det latinske ordet *improviso* som betyr «uforutsett». (Store norske leksikon, 2014) Store norske leksikon definerer så improvisasjon som «spontan framføring, uten hjelp av manuskript eller memorering eller en forhåndsdefinert plan eller kode». (snl.no, 2014) Med andre ord handler improvisasjon om noe uplanlagt, noe vi gjør på sparket og i utgangspunktet improviserer vi daglig i de fleste sammenhenger. Når vi fører en enkel samtale er vi tvunget til å improvisere for å holde denne samtalen i gang. Samtalen baserer seg på den responsen vi får fra den andre. For å holde denne samtalen i gang er vi nødt til å være oppmerksomme overfor hverandre, observante og lydhøre. I sammenhenger der vi føler ubehag bruker vi denne evnen til å improvisere for å raskest mulig komme oss ut av situasjonen. Hvis vi derimot ønsker å forlenge en eksempelvis hyggelig samtale, improviserer vi for å forbli i denne situasjonen lengst mulig. Dette tyder på at improvisasjon er resultatet av vårt ønske om å løse en oppstått situasjon.

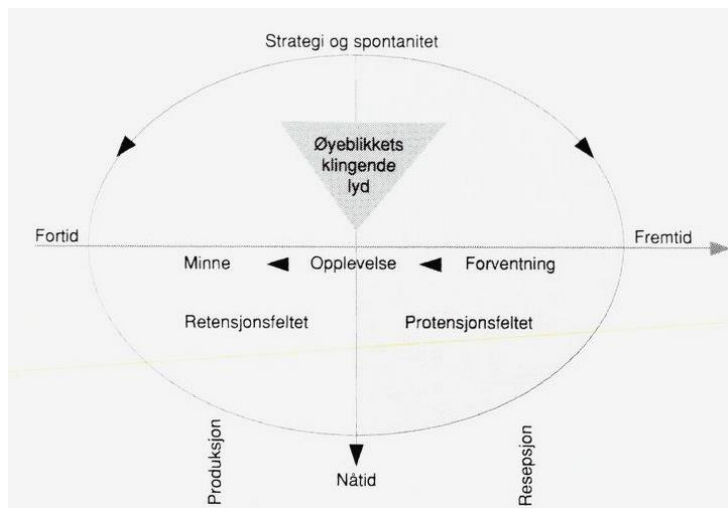
Betrakter jeg begrepet improvisasjon i andre kontekstuelle sammenhenger enn hverdagslige samtaler, blir det tydelig at improvisasjon er et mer komplekst begrep enn det jeg presenterte ovenfor.

I artikkelen «*Management improvisation*» deler Cunha (2004) improvisasjon i organisatoriske kontekster i to dimensjoner: *impromptu* og *bricolage*. Den første går ut på at man velger å improvisere fordi man ikke har konkrete rutiner for å håndtere et oppstått problem eller sak. Og fordi man befinner seg i en situasjon hvor det er viktig å løse det oppståtte problemet. Improviseringen skjer da likevel innen visse strukturer; mål, tidsfrister og ansvar. (s. 4) Den andre dimensjonen, *bricolage*, går ut på hvor god en person er til å klare seg med de tilgjengelige materialene (det man har for hånden) for å løse et oppstått problem.

Her kommer det tydelig fram at improvisasjon i organisatoriske kontekster skiller seg fra den dagligdagse improvisasjonen med at denne må skje innen visse strukturer, i dette tilfellet er det forventninger til måloppnåelse, tidsfrister og ansvar. Begge dimensjonene kan, etter min mening, relateres til undervisningskontekster. Det er eksempelvis formålstjenlig for lærere å kunne klare seg med de tilgjengelige hjelpemidlene i situasjoner der en planlagt undervisning blir forstyrret, for eksempel av brudd på nettforbindingen. Hvis læreren ikke har en reserveløsning i denne sammenhengen, er han nødt til å improvisere for at elevene skal få den undervisningen de har krav på og for å hjelpe dem å oppnå målene som er nedskrevet i læreplanen (LK06). En vellykket, spontan undervisning i denne sammenhengen blir, ifølge min egen erfaring, forbundet med lærerens kreative evner.

Kreativitet er et begrep som vi alle har kjennskap og relasjoner til. Kreative mennesker blir etterspurt i de fleste yrker i dagens samfunn og det er derfor viktig at skolen tilrettelegger for utviklingen av slike egenskaper hos elevene. I artikkelen *Felles kunstspråk-felles kunstforståelse* retter Bjørn Kruse (1995) lyset mot utviklingen av kreative evner hos elever i alle fag. Han likestiller begrepene kreativitet og improvisasjon og understreker betydningen av begge begrepene innen ulike samfunnsmessige retninger. Han mener at utdanningssystemet og skolekultur kan enten dyrke elevenes medfødte evne til kreativitet eller bidra til at den stagnerer. Kruse benytter seg av begrepene komposisjon, dramaturgi og jazzimprovisasjon for å vise hvordan de kreative evnene hos elever og lærere kan utvikles på samme måte som hos musikere. I denne sammenhengen presenterer han en improvisasjonsmodell. (Diagram1) Slik jeg tolker Kruse viser tidslinjen at «improvisert forestilling» befinner seg mellom to spenn, «fortid» og «framtid». En dyktig forfatter, skuespiller, musiker, eller i vårt tilfelle lærer, vil skape sitt «verk» ved å støtte seg på den planen, rammene og kunnskapen som han har fra tidligere. (*Retensjonsfelt*) Disse komponentene blir da umiddelbart omorganisert i forhold til den spontane responsen (et spørsmål fra publikum, overraskende eller tomme blikk) han får fra omgivelsene (elever) og ved å bruke strategisk overblikk, (Hvor var jeg? Hvor er jeg nå? Hvor skal jeg? Hvorfor?) blir disse komponentene satt sammen på en ny, uplanlagt måte. (*Protensjonsfelt*) Og ifølge Kruse krever denne prosessen noe han kaller for *intuitiv reflektering*. Denne refleksjonsprosessen blir presentert som evnen til å reflektere «omkring den intuitive handlingen-mens den utføres». (s.39)

Diagram 1. Improvisasjon i tidsperspektiv. (Kruse s.38)



I artikkelen *Improvisation on a triple theme: Creativity, Jazz Improvisation and Communication* beskriver også Bjørn Alterhaug (2004) sammenhengen mellom utviklingen av kreative evner hos elever og undervisning i skolen. I denne sammenhengen legger han vekt på elevdeltakelse i dialogiske samhandlinger som baserer seg på tillit og frihet. Slik jeg forstår Alterhaug inneholder dialogisk kommunikasjon en viss del av uforutsigbarhet, spontanitet og usikkerhet, som fører til improvisasjon. Deltakelse i slike samhandlinger «gir glede, frigjør energi og aktiverer kunnskap og refleksjon» og har i tillegg «positiv effekt på læringsmiljø, sosial kompetanse og utvikling av en persons kreative evner». (Egen oversettelse, s. 111)

Undervisning med innslag av improvisasjon blir av forskningslitteratur beskrevet ved hjelp av jazz og teaterimprovisasjon. I artikkelen *Det spontane rom - rommet hvor alt kan skje* presenterer Sven Veine (2006) de komponentene teaterimprovisasjon bygger på. For å lykkes med improvisasjon bør skuespillere ha tre viktige egenskaper; «evnen til å leke, evnen til å samarbeide og evnen til å fortelle». (s.163) Dette er de egenskapene vi mennesker er utstyrt med på en naturlig måte. Men når skuespillere står foran publikum kveles leken lett fordi leken ikke lenger blir en naturlig handling. Veine mener at det trenges lang trening for at skuespillere kan våge å åpne seg og være lekne og frie på scenen, foran publikum. Også nybegynnerlærere opplever det som vanskelig å improvisere foran publikum (elever) og det kreves erfaring for å kunne håndtere en slik undervisning. (Borko & Livingston, 1989; Kharkin, 1992; Sawyer, 2004) Borko et al. (1989) peker eksempelvis på at uerfarne lærere er for opptatte med å planlegge sin undervisning til hver minste detalj og når de plutselig får innspill fra elever, som ikke

stemmer med det de prøvde å forutse, mister de kontrollen og i det øyeblikket kveles improvisasjon. Grunnen til dette ligger i lite utviklede *kognitive skjemaer*<sup>13</sup> som inneholder eksempler, oppgaver, elevkunnskap, strategier, fagkunnskap, undervisningsmetoder og rutiner. (Borko, et al. 1989) Ved å sammenlikne dette med teaterimprovisasjon og dagligdagse samtaler ser jeg at det ikke bare er publikum eller opptredelse foran publikum som er utfordrende for nybegynnere, men også noe jeg vil kalle undervisningsrelatert ordforråd som baserer seg på de *skjemaene* som Borko et al. omtaler i sin artikkel. Med ordforråd i dette tilfellet mener jeg faglige begreper, omgjøring av disse til begreper elevene kjenner til fra dagliglivet, ulike forklaringer og definisjoner.

Teaterimprovisasjon baserer seg heller ikke bare på lek, samarbeid og fortelling. Ifølge Veine krever vellykket improvisering at skuespilleren har «kunnskap om eller kjennskap til, fortellingens struktur og muligheter, scenerommet med dets scenografi, rekvisitter og kostymer og ens egen tekniske trening, fysiske forutsetninger og tilegnede praktiske kunnskaper». (s.165)

Ifølge Mette Nyheim (2010), er også trygge og faste rammer rundt øvelsen viktige for å lykkes med improviseringen på scenen. I sin masteravhandling *Commedia dell'Arte*<sup>14</sup> i *videregående skole* framhever hun betydningen av både de fysiske rammene (riktig organisering av rommet), rammene rundt publikum (elever-publikum skal være stille under framføringen og gi positiv respons til skuespillerne) og de sosiale rammene, der alle elevene må/skal improvisere på scenen. Hun mener at dette gjør at elevene får fellesskapsfølelse, noe hun kaller for «følelsen av å være i samme båt». (s.60) Studien viser at trygge rammer og en støttende samt veiledende lærer er til god hjelp for at elevene blir trygge på omgivelsene rundt dem, tør å ta sjanser, opplever mestring og lykkes med de fastsatte målene.

Betydningen av faste rammer og struktur er også viktig i undervisningen av andre fag enn teaterfagene. Berk & Trieber (2009) understreker at hvis en lærer har for detaljert undervisningsplan og har alt for strenge rammer stenger han med dette rom for improvisasjon og kreativitet, men for slakke rammer og struktur fører til at elevene mister fokuset og den påbegynte improvisasjonen kan skli ut og fører dermed ikke til

---

<sup>13</sup> Borko & Livingston (1989) bruker dette begrepet som fellesbetegnelse for pedagogiske strategier, eksempler, oppgaver, klasseromskunnskap og elevkunnskap.

<sup>14</sup> Commedia dell'art er en forestilling «bygd opp omkring faste maskekarakterer som improviserer over et scenario». (Veien, s. 157)

læring. Dette tyder på at improvisasjon i undervisningskontekster, der målet er læring, befinner seg i spenn mellom faste og frie rammer som fastsettes og kontrolleres av læreren. Betydningen av trygge rammer, struktur, og ikke minst rom for elevdeltakelse, blir også lagt vekt på av Keith Sawyer (2004) i artikkelen *Creative Teaching: Collaborative Discussion as Disciplined Improvisasjon*, der han trekker paralleller mellom tradisjonell undervisning og teaterskuespill med manuskript, og mellom undervisning som inkluderer studentdeltakelse og improvisert skuespill. For å tydeliggjøre betydningen av studentdeltakelse viser Sawyer til det berømte eksempelet med «Dr. Fox». (Naftulin, Ware & Donnelly, 1973 i Sawyer, 2004) «Dr. Fox», som ikke var en lærer, men skuespiller, klarte å framføre en engasjerende forelesning for studentene, selv om innholdet i forelesningen var meningsløst. Likevel ga studentene god tilbakemelding på denne forelesningen. Dette eksempelet viser at tradisjonell undervisning stiller mindre krav til læreren enn undervisning som baserer seg på elevdeltakelse. Med andre ord, selv en godt forberedt skuespiller kan bli oppfattet som en dyktig lærer, så lenge framføringen stenger for uventede innspill fra publikum. Dessuten «konfronterer» Sawyer en slik undervisning, der læreren kan sammenliknes med en soloartist, med at elevs passivitet kan føre til mindre læringsutbytte enn i de sammenhengene der sosio-konstruktivistiske<sup>15</sup> syn blir vektlagt. Jeg vil likevel ikke undervurdere undervisning der læreren har ordet og studentene lytter i fellesskap. Ifølge Sidorkin<sup>16</sup> (1999) og Bakhtin (1953/2004) har en slik undervisning stor verdi for dannelsen av ulike meninger og oppfatninger, som senere kan føre til at disse, med oppfordring av læreren, kan bli presentert og diskutert i plenum. Dette er videre til hjelp for å avdekke misoppfatninger, uklarheter og fører til at emnet blir bedre forstått av studentene.

Elevdeltakelse og diskusjoner i klasserommet beskriver Sawyer (2004) som improvisatoriske i den forstand at bidrag fra alle deltakerne er uforutsigbare og kan ikke planlegges. Dette er analogt med teaterimprovisasjon på den måten at handlingene i klasserommet er kontekstualiserte (bundet og avhengige av den konkrete situasjonen) og ingen av deltakerne kan forutsi hvordan disse samtaler eller handlingene slutter. Sawyer understreker likevel at improvisert forestilling bør ledes og «kontrolleres» av læreren slik at improvisasjon fører til læring og foregår i de rammene som er planlagt på

---

<sup>15</sup> Her legger Sawyer vekt på Piage og Vygotskij og peker på betydningen av interaksjon og samarbeid i klasserommet og viser til studier som avdekker betydningen av kollektive prosesser i klasserommet der læring finner sted.

<sup>16</sup> Teoriene til Sidorkin (1999) og Bakhtin (1953/2004) blir presentert i kapitlet *teoretisk bakteppe*.

forhånd. Her vil jeg bemerke at det største skillet mellom teaterimprovisasjon og improvisasjon i pedagogiske kontekster ligger i det overordnede formålet med denne improviseringen. Skuespillere i teater må underholde og tilfredsstille forventningene til publikum som er der fordi de selv ønsker det. Lærere skal hjelpe elevene å nå kompetansemålene som står nedskrevet i læreplanen og delta i deres oppdragelse og sosialisering som baserer seg på kulturelle normer og verdier. Eksempelvis understreker Kan-Kalik (1987) og Kleven (2010) at elevene vet at de må være på skolen, men de er ikke der av sin frie vilje, og lærere må derfor regne med at mens det for noen er viktig og motiverende å tilegne seg ny kunnskap, kan det for andre være like viktig å skape uro og plage læreren. Derfor omtales læreres evne til å tolke ulike situasjoner og handle umiddelbart og rasjonelt, som viktige for å skape et godt klassemiljø og for å fremme læring. Med andre ord er de rammene og strukturene som trenges i undervisningssammenheng av en annen betydning og har et annet formål enn de som kreves i teater-kontekster. I forbindelse med dette vil jeg se på et begrep, *disciplined improvisation*, som Sawyer (2004) innførte ved å støtte seg på funn fra studiene til Borko et al. (1989), Yinger (1987) og Shulman (1987). Begrepet brukes for å understreke at improvisasjon i klasserommet må foregå innen visse rammer, der mål for timen, kompetansemål og andre regler og normer bør ligge til grunn for hele den improvisatoriske prosessen. I tillegg er det lærerens pedagogisk-didaktisk kunnskap og fagkunnskap som er viktig for å kunne lykkes med improviseringen. I artikkelen *Teaching for Creativity with Disciplined Improvisation* videreutvikler Beghetto & Kaufman (2011) begrepet *disciplined improvisation*<sup>17</sup>:

Disciplined improvisation in teaching for creativity involves reworking the curriculum-as-planned in relation to unanticipated ideas conceived, shaped, and transformed under the special conditions of the curriculum-as-lived, thereby adding unique or fluid features to the learning of academic subject matter. (s.96)

Slik jeg tolker denne definisjonen tyder det på at *disciplined improvisation* er et begrep som er knyttet til selve undervisningsprosessen, der målet er læring med hensyn på de kompetansemålene som er nedskrevet i læreplanen, eller målene i rammeplanen hvis vi snakker om lærerutdanningen. Begrepet kan dessuten brukes i forhold til læreres improvisasjon og elevers/studenters improvisasjon. Hvis man tar til følge at prosesser i klasserommet ikke bare omhandler kunnskapsdannelse, men i stor grad oppdragelse og

---

<sup>17</sup> Utgangspunktet for dette begrepet ligger likevel i Brown & Edelson, 2001 og Berliner 1994.

sosialisering ser man noen svakheter med begrepet *disciplined improvisation*. I denne sammenhengen ønsker jeg å presentere et begrep, *pedagogisk improvisasjon*, som er utviklet av de russiske teoretikerne Kan-Kalik (1987) og Kharkin (1992). Kharkin har studert betydningen av improvisasjon hos lærerstudenter og erfarne lærere i sin ph.d. *Pedagogisk improvisasjon innen lærernes profesjonsvirksomhet*<sup>18</sup>. (Egen oversettelse av tittel.) I avhandlingen viser Kharkin (1992) betydningen av fenomenet improvisasjon i situasjoner der lærere må ta umiddelbare avgjørelser i uplanlagte, uventede situasjoner. I tillegg videreutvikler han begrepet *pedagogisk improvisasjon*<sup>19</sup> og definerer det på følgende måte: «*Pedagogisk improvisasjon* er logisk fullført, umiddelbar og uforberedt, men samtidig pedagogisk verdifull, handlingsfragment som gjennomføres foran publikum». (Egen oversettelse, Kharkin 1992, s.194) Slik jeg tolker denne definisjonen omfavner *pedagogisk improvisasjon* både situasjoner der improviseringen fører til bedre forståelse hos elever og situasjoner der improvisatoriske handlinger fører til oppdragelse og sosialisering.

I tillegg viser definisjonen at publikum er en viktig komponent for at *pedagogisk improvisasjon* skal finne sted. Det står ikke understreket at publikum må være deltakende, men Kharkin har trukket fram flere eksempler som jeg tolker på den måten at det er responsen fra publikum som er det utløsende for lærerens improvisasjon. Responsen kan både være taus (gester, stilhet, nedsenket blick) og verbal (spørsmål, kommentarer). Videre presiserer Kharkin at denne improvisasjonen ikke bør betraktes som en «obligatorisk akt» i alle undervisningsøyeblikkene, men kan brukes som egen metode, verktøy eller som overraskelse i lærerens undervisning. På samme måte som Sawyer (2004) og Borko et al. (1989) vektlegger Kharkin struktur i den prosessen der improvisasjon skal benyttes. Rammene og struktur er nødvendige for å holde seg til læreplan- og rammeplanmålene, men også for at improvisasjon ikke skal føre til meningsløshet i undervisningssammenheng.

Kan-Kalik (1987) har i sin bok *Til læreren - om pedagogisk kommunikasjon* rettet lyset mot betydningen av praktiske øvelser der kommunikative prosesser er i fokus. Hans tidligere undersøkelse på lærerstudenter, som presenteres i denne boken viser at lærerstudentene opplever at evnen til å føre en samtale blir hemmet når samtalen blir profesjonsrettet. (s. 11) Lærere må ha ulike strategier som kan være til hjelp for å håndtere mange hendelser samtidig siden deres hverdag ikke bare består av å undervise

---

<sup>18</sup> Tittel på originalspråk, russisk er: «педагогическая импровизация в профессиональной деятельности учителя»

<sup>19</sup> Her mener jeg at Kharkin videreutvikler begrepet «pedagogisk improvisasjon» til Kan-Kalik (1987)



elever. Hvis en lærer baserer sin undervisning på elevdeltakelse blir det, ifølge Kan-Kalik, uunngåelig for denne læreren å havne i situasjoner som han ikke kan forutse på forhånd. Disse situasjonene krever at læreren er i stand til å handle spontant, men samtidig holde seg på sporet av det planlagte målet for timen, og denne handlingen kaller Kan-Kalik for *pedagogisk improvisasjon*. Denne improvisasjonen krever, ifølge Kan-Kalik, gode fagkunnskaper, kjennskap til ulike undervisningsressurser, kunnskap innen pedagogikk, elevkunnskap, selvtillit, utviklet evne til pedagogisk fantasi og gode kommunikative ferdigheter. Kan-Kalik understreker videre at disse kunnskapene og ferdighetene er dårlig utviklet hos nybegynnerlærere, men bør utvikles allerede i lærerutdanningen. Liknende tanker har Maheux & Lajoie (2010) i artikkelen *On Improvisation in Teaching and Teacher Education*. De mener at å forberede lærestudentene på at undervisning i skolen er fylt med uventede øyeblikk fra elever (spørsmål, forslag, svar) er av stor betydning, slik at framtidige lærere er i stand til å håndtere disse øyeblikkene. De tar utgangspunkt i matematikkfaget og foreslår at lærerutdanningene legger til rette for rollespill, der noen av studentene får rollen som lærere, mens andre spiller elever. Disse rollespillene baserer seg på elevinnspill med vekt på utforskende aktiviteter, forslag på ulike løsninger, refleksjon over ulike framgangsmåter og lærerens rolle som improvisator i disse øyeblikkene. Selv om de mener at å kunne improvisere i undervisningssituasjoner, der elevene er aktive deltakere, er av stor betydning, poengterer de likevel at «not all kinds of improvisations are equally fruitful, enriching or productive». (s.90) Improviseringen, slik jeg forstår Maheux et al., bør ta utgangspunkt i det elevene kan og føre til kunnskapsdannelse hos elevene. Både Maheux et al. (2010), Sawyer (2004), Kan-Kalik (1987) og Kharkin (1992) framhever betydningen av publikum (elever/studentene) i undervisning med innslag av improvisasjon.

Professor i pedagogikk Geir Karlsen (2006) legger også vekt på deltakende elever og betydningen av dialog i kontekster der læreren er nødt til å improvisere. I sin artikkel *Stilt overfor det som ennå ikke er*, tar Karlsen utgangspunkt i de reglene, rammene, strukturene, forpliktelsene og lærestoffet som er nedfelt i rammeplanen (1998) og læreplanen (1997) og fokuserer på de klasseromsøyeblikkene der improvisasjon er en nødvendighet for at læring og sosialisering skal finne sted. Noen av de øyeblikkene finner han i de undervisningssituasjonene som inviterer elevene til deltakelse, eller i undervisninger som baserer seg på dialog. I tillegg presiserer han at «improvisasjon er helt avgjørende for at vi kan åpne for den andre – egentlig er for eksempel all dialog

improvisasjon». (s.242) Dialog, ifølge Dysthe (2012), er et omfattende begrep som kan både defineres og forklares på ulike måter og brukes innenfor ulike læringsparadigmer. Hun understreker at dialogbasert undervisning er uforutsigbar og ved hjelp av noen eksempler i boka viser hun at ved å invitere elevene til deltakelse risikerer læreren å sprengte de fastsatte rammene eller at temaet for leksjonen kan endre retning. Hun poengterer derfor hvor viktig evaluering, refleksjon og forberedelse til undervisningen er. Dysthe mener at improvisasjon har sin plass i undervisningen, men hun utdyper dette ved å si at underviseren må være «rutinert nok til å kunne håndtere situasjonen og bruke det uforutsigbare konstruktivt som et læringspoeng i seg selv». (s.225) Dette tyder på at undervisning som tillater elevdeltakelse eller baserer seg på dialog kan føre til uforutsigbare situasjoner som kan være utløsende for improvisasjon. Dette minner om de dagligdagse samtalene jeg beskrev ovenfor. Men i motsetning til slike samtaler forutsetter klasseromsdialog faglig innhold og at læreren har et rikt og utviklet faglig ordforråd for å kunne reagere spontant og meningsfylt på den responsen han får fra elevene.

Videre i litteraturgjennomgangen vil jeg presentere hvordan metaforen jazzimprovisasjon benyttes for å beskrive improvisasjon i pedagogiske kontekster.

Stig Roar Wigestrands (2006), sammenlikner i sin artikkel *Tenk fort!* jazzimprovisasjon med det å lære å snakke. På samme måte som barn først lytter til eksempelvis sine foreldre, så forsøker å gjenta små ord, fraser og setninger, lytter musikere til jazzplater for å bli kjent med jazzlåter og jazzfraser. De forsøker å spille på samme måte og lære noen få noter, så fraser/licks. Videre innøver musikere disse frasene slik at disse blir deres «ordforråd». «Improviserende musikere besitter store mengder med slike fraser, og etter hvert utvikles evnen til fortløpende å koble frasene sammen, og etter hvert også forandre dem (...)». (s.122)

Dette kan sammenliknes med utviklingen av de *kognitive skjemaene* til Borko et al. som lærere lett kan ta opp i uventede øyeblikk, bearbeide og sette sammen på nye måter. De etablerer også sitt undervisningsrelaterede ordforråd ved å låne ulike eksempler, forklaringer, oppgaver, osv. fra fagbøker, kollegaer og nettsteder.

Jim Neyland (2004) presenterer i sin forskningsartikkel *Playing outside: An introduction to the jazz metaphor in mathematics education* en interessant kobling mellom jazzimprovisasjon og matematikkundervisning som baserer seg på fantasi og

kunstnerisk improvisasjon. Han sammenlikner lærere med kunstnere, som veileder studentene som arbeider med åpne, utforskende problemstillinger i matematikk. Under slike åpne læringsaktiviteter dukker det opp uventede matematiske spørsmål og for å finne svaret på disse uventede, og i noen tilfeller ulogiske problemstillingene, er det viktig, ifølge Neyland, at deltakerne (studenter og lærer) har matematisk fantasi, engasjement og vilje til å utforske noe nytt, noe som ikke en gang læreren har svaret på i utgangspunktet. Videre presenterer Neyland fem komponenter i jazz som hjelper å bedre forstå en utforskende undervisning i matematikk på høyere nivå: «*structure, improvisation, playing outside, pursuit of ideals, and 'ways of the hand'*». (s.11) Han skriver at *structure* er en viktig komponent i jazzmusikken. For eksempel improviserer jazzmusikere rundt en bestemt melodi som baserer seg på akkordstruktur som de kjenner til på forhånd. Det skal likevel ikke være for lite eller for mye struktur fordi begge deler virker negativt på improvisasjon, ifølge Neyland. I matematikken er det også viktig å improvisere innen visse matematiske regler, bevis, teorem og liknende, men for lite struktur kan føre til kaos og for mye struktur kveler kreativitet. Ved overgangen til komponenten *playing outside* deler Neyland improvisasjonen i to typer. Den mest vanlige går ut på å spille innen etablerte strukturer, der musikere improviserer fritt innen parameterne fastsatt av strukturen. Denne improviseringen fører ikke til noe radikalt uventet eller overraskende. (s. 11-12) På samme måte som studentene utforsker et matematisk problem som kun går ut på å løse akkurat dette problemet. Den andre type improvisasjon av *playing outside* utfordrer gitte strukturer, der musikere bevisst overgår dem og spiller feile noter. For eksempel kan én av dem spille bare svarte noter på piano eller keyboard, og ingen av de hvite notene. Dette høres ut som noe «surprising, disturbing, exciting, malformed». (s.12) En slik improvisasjon kan, ifølge Neyland, foregå kun over en kort tidsperiode ellers kan hele jazzbandet miste sine strukturer. (s.12) *Playing outside* utforsker begrensninger ved etablerte strukturer og kan føre til nye innovasjoner i jazz. I matematikken vil denne type improvisasjon bety at deltakerne utfordrer den gitte problemstillingen, endrer eksempelvis en gitt geometrisk figur og utforsker denne. *Pursuit of ideals* går ut på intuitivt å føle hva som er god jazz eller et elegant matematisk bevis, når man hører på jazzmusikk eller leser i en matematikkbok. Begrepet *Ways of the hand* hentet Neyland hos jazzmusikeren og filosofen John Sudnow (1978). Begrepet beskriver en slik framføring av jazz der «hendene spiller av seg selv». Dette krever at musikeren tar en sjanse, kaster seg ut i spillet, med en viss risiko for at noe uplanlagt, uforutsett kommer i løpet av

forestillingen, men samtidig har nødvendige kunnskaper, og er en oppmerksom og observant lytter. I matematikken er dette også en viktig komponent for å lykkes med improvisert undervisning. Studentene, men også læreren, tar sjanser, stoler på at hendene, men også intuisjon og instinkt, hjelper dem å løse et matematisk problem mens de skriver og prøver seg fram. Etter min mening viser Neyland at undervisning, som en improvisert forestilling, kan være spennende, innovativ, men samtidig krever at deltakerne tør å ta sjanser, er oppmerksomme lyttere, har visse kunnskaper innen emnet som de improviserer rundt og er villige til å akseptere at ikke all improviseringen blir vellykket.

Videre i litteraturgjennomgangen vil jeg se hvordan fenomenet improvisasjon trekkes inn i refleksjoner knyttet til forskning om IKT i undervisningen.

I artikkelen *Whose Classroom is it, Anyway? Improvisation as Teaching Tool* argumenterer Berk et al. (2009) for verdien av improvisasjon i undervisninger av «the Net Generation»<sup>20</sup>. «The Net Generation» er elever og studenter som er født etter 1982, dvs. de som har mest tilhørighet til den teknologiske verdenen. Denne generasjonen er vokst opp med datamaskiner, smarttelefoner, MP3-spillere, iPoder og liknende. Deres utdannere, de som er født før år 1982, kjennetegnes som «digitale innvandrere» som er vant til papirbok og er noe usikre på bruken av teknologi. Berk et al. mener at disse lærerne kan ha vanskeligheter med å ta ting på sparket i de sammenhengene der de skal improvisere med digitale verktøy, likevel understreker de at bruken av improvisatoriske teknikker kan føre til dyp læring hos «the Net Generation». Av min egen erfaring som lærer vet jeg at studentene på videregående skole er flinke med dataspill, sosiale medier, redigering av bilder, men de trenger mye hjelp og støtte til å ta i bruk og se potensialet i matematiske programmer. I tillegg er effektive internettsøk og bruk av kilder utfordrende for studenter og derfor er det viktig at de ikke overlates til seg selv. Berk et al. presenterer fire grunner for hvorfor improvisasjon bør inkluderes i pedagogiske kontekster i klasserommet: 1. improvisasjon er forenelig med flere av egenskapene til «the Net Generations», eksempelvis evnen til å skape, evnen til å eksperimentere, forstå tekster som inneholder bilder, lyd og video og sterkt utviklet evne til samarbeid 2. hjelper studentene til med å utvikle ordforråd/språk og hjelper dem innen sosialisering, 3. det fremmer læring gjennom samarbeid som bygger på tillit og respekt, gjennom

---

<sup>20</sup> Begrepet er basert på begrepet «digitalinnfødte» til Prensky. 2006, men er opprinnelig omtalt av Tapscott 1999. *Growing Up Digital: The Rise of the Net Generation.*

verbal og taus kommunikasjon og respons, gjennom oppmerksom lytting til gruppedeltakerne og gjennom viljen til å ta risiko, 4. det fremmer læring gjennom deltakernes bidrag med nye ideer, forslag eller løsninger. Slik jeg forstår Berk et al. har bruk av improvisasjon mange fordeler i undervisningssammenheng med tanke på studentenes læring, men det krever at aktivitetene i klasserommet bygger på studentdeltakelse, problemløsende eller utforskende oppgaver og et trygt klassemiljø, der deltakerne tør å komme med forslag, kommentarer og ideer.

Avril Loveless (2007) viser i artikkelen *Preparing to teach with ICT: subject knowledge, Didaktik and improvisation* at for å lykkes med IKT i undervisningskontekster må læreren være i stand til å finne kobling mellom sin faglige kunnskap, didaktisk bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi og ha et åpent sinn i undervisningsøyeblikk som betegnes med ordet improvisasjon. Målet med bruken av IKT bør ikke bare basere seg på de tekniske ferdighetene hos elevene (klare å bruke et program), men læreren må også legge til rette for at elevene skal kunne se potensial og begrensninger i de ulike digitale ressursene. Med tre eksempler fra sin studie viser hun at et godt planlagt undervisningsopplegg som bygger på bruken av IKT, kan åpne for uventede øyeblikk som krever lærerens evne til å improvisere. For å kunne lykkes med denne improvisasjonen er det formålstjenlig at læreren ser det didaktiske og kunnskapsfremmende potensialet i det programmet eller den ressursen han innfører i undervisningen. I tillegg må læreren ha et klart mål med bruken av IKT og se koblingen mellom denne og det faglige emnet som blir undervist. Oppgavene som utarbeides og forberedes av læreren bør også være av en slik karakter at de kan invitere elevene til deltakelse og utforskning, men det er også viktig at elevinnspill ikke blir oversett, men tjener som en utløsende faktor for improvisasjon.

## Funn, konklusjon

Problemstillingen i min litteratur review er

*«Hvordan beskriver og diskuterer forskningslitteraturen improvisasjon som fenomen i forhold til pedagogiske kontekster og hvilke sentrale begreper kobles til improvisasjon i denne diskursen?»*

Gjennomgangen av forskningsrettet litteratur viser at fenomenet improvisasjon kobles til slike sentrale begreper som *kreativitet, jazzimprovisasjon, teaterimprovisasjon, dialog og publikum*. I tillegg er begrepene *pedagogisk improvisasjon* og *disciplined improvisation* viktige bidrag for å forstå pedagogisk virksomhet som en kunstnerisk

handling. I overnevnte forskningslitteratur ser jeg også kobling mellom begrepet *intuisjon* og *improvisasjon*, samt *pedagogisk fantasi* og *improvisasjon*. Både *intuisjon* og *pedagogisk fantasi* er nødvendige faktorer for å lykkes med improvisert forestilling. I tillegg kommer det fram at nyutdannede lærere har lite utviklede *skjemaer* med nødvendig pedagogisk og didaktisk utstyr som de kan ta opp og utnytte i uventede situasjoner. (Borko et al. 1989; Kharkin, 1992; Sawyer, 2004; Kan-Kalik, 1987) I denne masteravhandlingen velger jeg likevel ikke å fordype meg i det som gjelder lærerstudenters improvisasjon og begrepene *pedagogisk fantasi* og *intuisjon*. Valget begrunnes med problemstillingen for den kvalitative delen av avhandlingen.

I forhold til den overnevnte problemstillingen viser litteratur-reviewen at begrepet improvisasjon har en tett kobling til begrepet kreativitet i pedagogiske kontekster. Disse begrepene brukes ofte om hverandre, men slik jeg forstår de overnevnte forskere, Kruse (1995), Loveless (2007), Kharkin (1992), Alterhaug (2004), hjelper bruk av improvisasjon i undervisningen til med å utvikle kreative evner hos elever, studenter og deres lærere. Likevel er det ikke all improvisasjon som er berikende eller produktiv i pedagogiske sammenhenger. (Maheux et al. 2010) I denne sammenheng er begrepet *disciplined improvisation* til stor hjelp for å forstå at improvisasjon i undervisningen bør basere seg på målene for timen, læreplan- og rammeplanmålene. Begrepet *pedagogisk improvisasjon* utfyller *disciplined improvisation* med at det i tillegg legges vekt på pedagogisk verdi av improviseringen i undervisningskontekster, som innebærer blant annet at denne må føre til bedring av læringsmiljø eller sosialisering. (Kharkin, 1992; Sawyer, 2004; Beghetto et al. 2011) For at læreren skulle lykkes i de sammenhengene der han velger å improvisere er det, ifølge Borko et al. (1989), viktig at han har godt utviklede *skjemaer* som inneholder fagkunnskap, didaktisk kunnskap, eksempler, konkrete, ulike oppgaver og forklaringer. I kontekster der IKT-ressurser benyttes kan det også være rom for improvisasjon, ifølge Loveless (2007) og Berk et al. (2009). Dette krever, slik jeg tolker Loveless (2007) og Berk et al. (2009), at lærere ikke bare behersker den tekniske siden ved de teknologiske ressursene de bruker, men også ser pedagogisk og didaktisk verdi i disse og i tillegg kjenner til redskapenes potensial og begrensninger. Funnene viser videre at improvisasjon i pedagogiske kontekster krever at undervisningen baserer seg på et deltakende publikum. (Loveless, 2007; Berk et al. 2009; Kan-Kalik, 1987; Kharkin, 1992; Borko et al. 1989; Sawyer, 2004; Maheux et al. 2010; Neyland, 2004; Karlsen, 2006; Alterhaug, 2004) Her nevnes det dialogiske samhandlinger mellom studenter og deres lærer og studenter seg imellom. I tillegg kan

enkle spørsmål, ideer eller kommentarer være utløsende for improvisasjon. Og ifølge Kharkin (1992), kan taus respons fra publikum (senket blikk, stilhet eller andre kroppslige bevegelser) skape situasjoner der læreren velger å improvisere, eksempelvis repetere noe som var gjennomgått tidligere, benytte seg av konkrete eller digitale ressurser, med andre ord gjennomføre handlinger som ikke var planlagt på forhånd. Bruk av improvisasjon i undervisningskontekster knyttes også til faste og trygge rammer, struktur og tillit. For at publikum skal tørre å si sin mening, stille spørsmål eller komme med kommentarer må de være trygge på omgivelsene rundt dem. (Nyheim, 2010; Alterhaug, 2004) Struktur og rammer er også viktige for ikke å miste fokuset og holde seg til de planlagte målene for timen. Likevel viser litteraturgjennomgangen at for strenge rammer stenger rom for uventede øyeblikk, studentdeltakelse og improvisasjon, men for slakke rammer kan føre til at improviseringen sklir ut, deltakerne mister fokuset og målene for timen ikke blir nådd. (Dysthe, 2012; Berk et al. 2009; Kruse, 1995; Kharkin, 1992)

Improvisasjon i pedagogiske kontekster sammenliknes også med, og forklares ved hjelp av, teaterimprovisasjon og jazzimprovisasjon. I både jazz og teater opptrer skuespillere og musikere foran publikum. For å klare å improvisere på scenen kreves det mye trening, faglig kunnskap og viljen til å tørre å ta sjanser fordi improvisasjon skjer i øyeblikket og er derfor risikofyllt. Musikere og skuespillere improviserer ikke fritt, men holder seg til godt etablerte rammer og strukturer. Det samme er også tilfellet hvis man skal lykkes med improvisasjon i undervisningskontekster. (Alterhaug, 2004, 2010; Neyland, 2004; Wigestrands, 2006; Veine, 2006) Ifølge Neyland (2004) kan likevel jazzmusikere og lærere utfordre de gitte strukturene og gå ut over dem, eksempelvis spille feil noter eller endre et gitt matematisk problem. Dette kan likevel gjøres kun for en kort periode for ikke å skape kaos i bandet eller i klasserommet med målene som skal nås i løpet av en økt eller time.

## Problemstilling for kvalitativundersøkelse og avgrensninger

Problemstillingen for den empiriske delen av avhandlingen er

*«Hvilken rolle har IKT som et medierende redskap i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanner og lærerstudenter med tanke på utviklingen av matematiske samtaler?».*

Problemstillingen er omfattende og jeg har derfor avgrenset den på følgende måte: I avhandlingen legger jeg vekt på lærerutdannerens improvisasjon i samhandlingene med studenter. Studentene blir likevel en viktig del av denne studien fordi jeg søker etter dypere forståelse av rollen IKT, som et medierende redskap, har i utviklingen av matematiske samtaler. Jeg går ikke i dybden på innholdet av de matematiske samtalene jeg observerte, men forsøker å se didaktisk og matematisk relevans i disse. I tillegg legger jeg vekt på slike IKT-redskaper som PowerPoint-presentasjon (PP), det matematiske geometriprogrammet GeoGebra (GG) og videofilm. Redskaper som kritt og tavle blir også presentert fordi lærerutdanneren jeg observerte brukte disse redskapene i de fleste øktene.

### Tidligere forskning

I dette kapitlet vil jeg presentere noen forskningsstudier som omhandler lærerutdanningen, samhandlinger i undervisningskontekster og bruk av IKT med vekt på (GG) og videobruk i undervisningen. Valget av forskningsstudier begrunnes med relevans i forhold til min problemstilling, der jeg søker etter dypere forståelse av IKT sin medierende rolle i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanneren og studentene. Jeg gjennomførte søk på *Idunn.no*, *BIBSYS Ask*, *ERIC*, *Academic Search Premier*, *google scholar* og *google.no*. Søkeordene jeg brukte var «geogebra matematikk», «geogebra lærerutdanning», «IKT matematikk», «IKT lærerutdanning», «video lærerstudenter», «video lærerutdanning», «matematiske samtaler», «matematikk og matematikkdidaktikk lærerutdanning» «medierende verktøy i matematikk», «medierende artefakter i matematikk». I tillegg gjennomførte jeg de samme søkene på engelsk og avgrenset søkene med ordene «masteravhandling», «masteroppgave» og «phd». Søkeordene var brukt både med og uten anførselstegn. Jeg valgte ikke å ta med forskning som er eldre enn år 2006, med unntak av masteravhandlingen til Nilssen (1996) som handler om improvisasjon, lærerutdanningen og matematiske samtaler. Dette begrunnes med at i år 2006 fikk Norge en ny læreplan og fra dette året ble digitale ferdigheter likestilt med de fire andre ferdighetene. Jeg valgte også å ta med forskning som ikke er gjennomført på lærerutdanningen fordi jeg ikke fikk mange treff i forhold til bruk av IKT på lærerutdanningen. Avhandlingene som likevel handlet om lærerutdanningen hadde fokus på studenter, mens min undersøkelse retter fokuset på lærerutdanneren. Eksempelvis har jeg valgt å ikke ta med forskningen til *Cecilie Flo Jahreie (2010)*, *Marie Helene Sandal (2012)* og *Marianne Maugesten (2010)*, som



forsket på lærerutdanningen, men studiene var likevel ikke relevante i forhold til min problemstilling. Studien til *Hjelmseth* (2007) om (GG) og studiene til *Haugen, C. E.* (2011) om arbeidsformer i matematikk er heller ikke tatt med av hensyn til omfanget av min masteroppgave. Forskningsstudiene til *Haugene, M.* (2012) og *Johansen* (2009), som handler om IRE-mønsteret<sup>21</sup>, er også valgt bort. Derimot valgte jeg å ta med forskning som indirekte omhandler begrepet improvisasjon og matematiske samtaler selv om disse studiene er gjennomført på grunnskoler.

### Samhandlinger i undervisningskontekster

I flere av forskningsundersøkelsene som studerer matematiske samtaler, dialog eller samhandlinger i et klasserom ser jeg framkomsten av spontane, uplanlagte øyeblikk som skaper situasjoner der læreren er nødt til å improvisere.

Rangnes (2012) har i sin doktorgradsavhandling, med empiri fra en ungdomsskole i Norge, rettet lyset mot matematiske samtaler mellom elever og lærere og elever seg imellom. Hun undersøkte blant annet hva som karakteriserer disse samtalene mens elevene utforsket emnet geometri ved å samarbeide med et byggefirma. Funnene viser blant annet at mange av elevene (men ikke alle) deltok aktivt i oppgaveløsingen, i meningsfulle matematiske samtaler med gruppemedlemmer og sin lærer og de lærte nye begreper og nye måter å arbeide på. (s. 236) I forhold til min problemstilling kan det være interessant å legge merke til en episode, der elevene skulle utvikle en modell av en 32tommers TV og følte at de trengte en formel som involverte diagonalene og sidene til en rektangel. To av elevene diskuterte dette høyt, men var usikre og trengte hjelp.

Læreren er også utprøvende i den matematiske samtalen med elevene. Hun tar en risiko når hun knytter prosjektet med TVen opp til Pytagoras helt uten at hun har forberedt seg. Selv om det er tydelig at hun vet hvor de skal, er hun også famlende og utprøvende. Hun beveger seg mellom de ulike elementene en trenger for å kunne regne med Pytagoras, som kvadrat, kvadratrott og rettvinklet trekant. Hun prøver i tillegg å få Jonas til å bruke logisk resonnering for å finne den ene lengden ved å knytte den til relasjoner en kjenner mellom diagonal og sidelengder. Nølingene hennes gir plass for elevenes metakommentarer knyttet til hvordan de opplever situasjonen. Elevenes kommentarer virker inn på lærerens fortsettelse. Hun snur fra et matematisk og logisk fokus til en praktisk tilnærming ved å tegne TVen på veggen. (s.221)

---

<sup>21</sup> IRE-mønsteret beskriver Drageset, ved å støtte seg på Gazden, 1988, som samhandlinger der læreren tar initiativ (stiller spørsmål), eleven svarer kort, læreren evaluerer svaret. Drageset, O. V. (2014). Korleis leie ein matematisk samtale. *Tangenten*, 25(1)

Etter min mening viser denne episoden improvisatoriske samhandlinger mellom elevene og deres lærer. Improvisasjon kommer, slik jeg ser dette, som følge av elevdeltakelse og lærerens ønske om å følge forslagene, kommentarene og misoppfatningene som kommer fram fra samtaler med elevene.

Samhandlingene mellom lærer og elever og elever seg imellom blir også beskrevet i Vesterdal (2011) sin kvalitative masteroppgave, der hun forsket på undervisningen til to matematikklærere i videregående skole. Problemstillingen i avhandlingen er: «Hva kjennetegner kommunikasjonen mellom læreren og elevene i en klasse som arbeider innenfor en undersøkende matematikkundervisning, og i en klasse som arbeider innenfor en tradisjonell matematikkundervisning»? Funnene viser blant annet at timene i begge klassene inneholder en introduksjonsdel med repetisjon eller introduksjon av nye begreper. I denne «delen av timen kommuniserer ofte begge to (begge lærere) med elevene gjennom IRE-mønsteret. Forskjellen er at i klassen som arbeider innenfor en undersøkende matematikkundervisning, kan også kommunikasjonen gå ut av sporet ved at elevene stiller egne spørsmål». (s. 72) I klassen der undervisningen baserer seg på tradisjonell undervisningsform for kommunikasjon er det læreren som har ordet.

Læreren forklarer og viser elevene konkrete løsninger og metoder for utregning av oppgaver. Selv om Vesterdal ikke skriver om improvisasjon, mener jeg at hennes funn er interessante i forhold til min studie, fordi disse viser at elevdeltakelse fører til at kommunikasjonen «går av sporet ved at elevene stiller egne spørsmål». Dette er i samsvar med mine funn fra litteratur-reviewen, som viser at undervisninger som inkluderer elevenes kommentarer, spørsmål og ideer fører til uventede dreininger, som videre kan føre til lærerens improvisasjon. (Loveless, 2007; Berk et al. 2009; Kan-Kalik, 1987; Kharkin, 1992; Borko et al. 1989; Sawyer, 2004; Karlsen, 2006; Alterhaug, 2004) Studien har også relevans for min kvalitative undersøkelse der jeg legger vekt på matematiske samtaler og samhandlinger mellom lærerutdanneren og studentene.

Nilssen (1996) fokuserte i sin kasstudie på dialogisk undervisning til lærerstudenter i praksis. En slik undervisning sammenlikner hun med improvisert forestilling. Hun skriver at «når lærere improviserer, begynner de med en skisse for aktiviteten. Detaljer blir fylt inn i løpet av timen når lærerne responderer på hva elevene vet og kan gjøre». (s.44) Hun poengterer at for å lykkes med improvisasjonsundervisning må lærere ha et godt utbygd nettverk av sammenhengende, lett tilgjengelige *skjemaer*. Funnene viser

også at «dialogmetoden er vanskelig fordi det er umulig for lærerstudenter, og erfarne lærere å forutsi hva alle elevene tenker og hva noen av dem vil si når de blir spurt». (s.40) Dette er også i samsvar med mine funn i litteratur-reviewen, der jeg viser til andre studier som bekrefter at elevdeltakelse kan føre til lærerens improvisasjon, men en slik undervisningsform er vanskelig for nybegynnerlærere.

Forskningsstudier viser også andre type samhandlinger i matematikkundervisningen. Eksempelvis finner jeg hos Streitlien (2006) at det såkalte IRE-mønsteret i samhandlinger mellom lærere og elever er framtreddende i norske skoler. Disse samhandlingene kjennetegnes av at læreren stiller spørsmål, eleven responderer med et kort svar og læreren evaluerer svaret. Spørsmålene som blir stilt av læreren er av slik karakter at svarene ikke krever refleksjon, begrunnelse eller forklaring. Svarene blir ikke tatt opp til felles diskusjon og elevene får sjelden anledning til å utdype sine svar. I teoridelen av min avhandling forklarer jeg at denne undervisningsformen har monologiske trekk siden interaksjonen i klasserommet kun er åpen for utvalgte elever, den inviterer ikke til diskusjon, drøfting eller utforskning og krever heller ikke begrunnelse eller refleksjon. Studien til Streitlien er viktig for å kunne bedre forstå samhandlingene mellom lærerutdanneren og studentene jeg observerte. I sin ph.d. viser Streitlien (2006) i tillegg en annen type interaksjon mellom elever og lærere. Noen elever var så ivrige etter å få ordet at de ble med i interaksjonen mellom læreren og en annen elev uten å vente på sin tur. I slike tilfeller kunne samtalen ta en ny og uventet retning og føre til berikelse av en planlagt time. Streitlien omtaler disse hendelsene som dynamiske og improvisatoriske, som «skaper nye kontekster både for elever og for læreren». Akkurat på samme måte som i studien til Rangnes førte elevavbrytelser, eller muligheter til å delta i interaksjonen, til uventede øyeblikk der lærerne var nødt til å improvisere.

Samhandlingene i et klasserom er også undersøkt av Helgevold (2011). I sin ph.d. presenterer hun interaksjonsformer i det moderne ungdomsskole-klasserommet i matematikkfaget gjennom å studere den daglige praksisen, det som utspiller seg i samhandlingene mellom lærere og elever. (s.12) Funnene viser at i de sammenhengene der elevene arbeider med arbeidsplaner inntar læreren ofte en passiv rolle. Han trekker seg tilbake og sitter i noen av tilfellene for seg selv og skriver eksempelvis tilbakemeldinger på innlevert elevarbeid. Elevene tar heller ikke så ofte kontakt med læreren mens de jobber med disse planene. Gjennom intervjuer med elevene kommer

det fram at de ofte er usikre i arbeidet med oppgaver og ville foretrukket at læreren var med i denne samhandlingen. Helgevold observerte også slike samhandlinger mellom elever, hvor de spurte hverandre om hjelp til oppgavene. Disse samtalenene var korte, men likevel viktige for forståelsen av matematikkfaget.

De overnevnte studiene er tatt med fordi de viser ulike interaksjonsmønstre i klasseromskontekster og med dette antyder hvilke samhandlinger mellom elevene og læreren forskeren kan observere i et klasserom. Studien er derfor til hjelp for å forstå samhandlingene mellom lærerutdanneren og studentene jeg observerte.

### Bruk av artefakter med vekt på digitale hjelpemidler

I en forskningsstudie fra Italia undersøker Santagata, Zannoni & Stigler (2007) betydningen av bruk av video med episoder fra skolen i lærerutdanningen. Studien har følgende problemstillinger: «What can preservice teachers learn from the analysis of videotaped lessons? How can preservice teachers' analysis ability, and its improvement, be measured?» Studien inngikk i et lærerutdanningsprogram med 140 deltakende studenter og strakk seg over to år. Bruk av videoer av klasseromsundervisning gjør det mulig for studentene å få bedre kjennskap til de ulike situasjonene som vil møte dem i praksis og arbeidslivet. I motsetning til observasjoner av reelle klasserom gir video mulighet til å sette på pause og spole fram og tilbake, eller se episodene om og om igjen. Funnene viser videre at studentene har forbedret sine analyser og tolkninger av situasjoner fra videofilmene, fra først kun å beskrive selve settingen for så å kunne analysere effektene av lærernes handlinger på elevene fra filmene.

I min masteroppgave ser jeg blant annet på hvilken rolle bruk av video har i improvisatoriske samhandlinger som fører til utvikling av matematiske samtaler. Studien til Santagata et al. er derfor relevant for min undersøkelse fordi den hjelper meg å sammenlikne hvordan lærerutdanneren jeg observerer bruker dette verktøyet i undervisningen i forhold til hvordan video blir brukt i studien til Santagata.

Breive (2013) undersøker i sin masteravhandling bruk av medierende artefakter i matematikkundervisningen på en ungdomsskole. Forskningsspørsmålene er formulert på følgende måte: «1. Hvilke medierende redskaper benytter læreren seg av i matematikkundervisningen og hva medieres gjennom dem? 2. På hvilke måter benytter læreren de medierende redskapene i sin matematikkundervisning?»

Resultatene viser at læreren benytter seg av ulike medierende artefakter i sin undervisning, både fysiske og psykologiske. De psykologiske redskapene som var brukt i undervisningssammenheng er matematisk språk, symboler, begreper, eksempler og matematiske resonnementer. Fysiske redskaper som er nevnt er tabeller for omgjøring mellom lengdeenheter, arealenheter og volumenheter, konkretiseringsfigurer og tabell til å sammenligne figurene og deres egenskaper. Artefaktene blir både brukt hver for seg og i samspill med hverandre. Bruken av redskaper påvirkes av kontekster (omgivelsene, hele situasjonen virker inn på bruken av redskaper og hvordan denne bruken blir oppfattet av deltakerne). Orkestrering av bruken av disse artefaktene har innvirkning på elevenes mulighet til å danne forståelse av det matematiske temaet som blir gjennomgått. Lærerens bruk av ulike redskaper virker ikke alltid etter tenkt formål.

Denne masteravhandlingen har visse trekk med min undersøkelse, der jeg både benytter meg av teori om orkestrering og undersøker IKT sin medierende rolle i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanneren og studentene.

NIFU<sup>22</sup>-studien er også relevant for min undersøkelse siden denne undersøker digital kompetanse på lærerutdanningen. (Tømte, Kårstein & Olsen, 2013)

Formålet med denne studien er å belyse hvordan lærerutdanningene bidrar til at lærerstudentene utvikler det som kan kalles profesjonsfaglig digital kompetanse. 19 av de 21 institusjonene som tilbyr grunnskolelærerutdanning er blitt intervjuet, læreplanene til disse institusjonene er også gjennomgått. «Hovedkonklusjonen er at utvikling av profesjonsfaglig digital kompetanse gjennomgående er svakt forankret i ledelsen av lærerutdanningene, og de fleste utdanningene mangler en helhetlig tilnærming til utvikling av slik kompetanse». (s.7) Det er lite konkretisert hva utdanningsinstitusjonene legger fokus på i forhold til hva digitale ressurser skal brukes til og hvordan de ønsker å utvikle den digitale kompetansen hos lærerstudenter. Digitalkompetansen til lærerutdannere er også varierende, men det nevnes likevel noen få eksempler på integreringen av Smartboard og GeoGebra i matematikkundervisningen. I min studie er IKT sin medierende rolle i fokus og lærerutdannerens digitale kompetanse er viktig for å kunne lykkes med bruken av ulike teknologiske ressurser.

---

<sup>22</sup> NIFU er studien som undersøker utvikling av studentenes profesjonsfaglige digitale kompetanse, studie av lærerutdanningen i Norge.

I forskningsprosjektet *Teach as we preach* (TAWP), beskriver Krumsvik, Westrheim, Sunde & Langørgen (2012) utviklingen av digital kompetanse hos tre lærerutdannere ved utprøvingen av den digitale didaktikk-modellen til Krumsvik & Almås (2009) under «planleggingen, gjennomføringen og etterarbeid av plenumsforelesninger for lærerstudenter». (s. 107) I starten av studien hadde lærerutdannerne mest fokus på det faglige aspektet ved undervisningen og tenkte i liten grad over bruken av digitale ressurser. Positiv endring skjedde når de i neste fase av prosjektet måtte reflektere over sine handlinger, tilbakemeldinger fra lærerstudenter, kollegaer og gjennomgang av videoopptak med egne undervisninger. Selv om lærerutdanneren jeg forsker på ikke filmer sin egen undervisning, tydeliggjør likevel den dialogiske undervisningen studentenes forståelse, misforståelse eller usikkerhet, som lærerutdanneren kan bruke som evaluering av de gjennomgåtte timene og forbedre undervisningen i forhold til responsen hun får fra studentene. Dette er ikke direkte knyttet til min problemstilling, men utbedring av egne undervisninger kan, etter min mening, føre til at redskapene inntar sin medierende verdi og klarer å formidle det som er tiltenkt.

Hals (2010) har i sin kvantitative masteroppgave rettet fokuset på «faktorer som har størst betydning for norske læreres bruk av matematisk programvare i opplæringen på 10. og 11. årstrinn», samt omfanget av bruken av (GG) og måten (GG) blir brukt på av lærere og elever. Resultatene viser at valgene lærere tar i forhold til bruken av digitale ressurser begrunnes med hva som er forventet i forhold til læreplanen, eksamen og hva de selv mener er til elevenes beste i forhold til matematikklæring. De lærerne som ikke bruker IKT begrunner dette med mangelen på utstyr, mangelen på kjennskap til ulike redskaper og nytten av IKT i forhold til tidsbruk.

En liknende studie ble gjennomført av Hauge (2010). Han undersøkte i sin kvantitative masteravhandling bruken av blant annet (GG) i matematikkfaget på grunnskolen. Problemstillingen lyder: «Hvilke fagdidaktiske overveielser gjør lærere i forhold til å ta i bruk digitale verktøy i matematikkundervisningen?» Funnene viser at lærere bruker (GG) for å visualisere, skape mer forståelse for matematikk, for å utforske geometriske sammenhenger og egenskapene til ulike funksjoner og elevene kan velge å bruke dette programmet på prøver. Andre argumenter for bruken av (GG) er at det er et nasjonalt krav å bruke digitale verktøy, men også for å lære elevene andre verktøy enn penn, papir, passer og linjal og som supplement til undervisningen.

Sandstad (2012) har i sin masteroppgave i matematikdidaktikk undersøkt studenters bruk av digitale hjelpemidler i matematikkfaget R2 på videregående skole, og hvordan utformingen av matematikkoppgavene påvirker bruken. Undersøkelsen baserer seg på både kvalitativt og kvantitativt datamateriale. I avhandlingen legger han vekt på (GG). Funnene viser at når læreren bruker dynamikken til (GG), eksempelvis endrer funksjonsverdier ved å «dra i grafen» mens han samtidig benytter seg av prosjektor, åpner han muligheter for studentene å se på matematikken på en annen måte, kunne diskutere, reflektere over det som skjer på lerretet og lære nye læringsstrategier i matematikk. Funnene viser også at studentene selv mener at (GG) gir dem mulighet til raskere å komme fram til svaret, hjelper å løse vanskelige, sammensatte oppgaver, men de påpeker at bruken av (GG) går ut over deres hoderegning. Programmet blir brukt i ulike sammenhenger, men sjelden i sammenheng med utforskende oppgaver, der studentene selv må vise kreative evner.

Disse studiene viser hvordan programmet (GG) blir brukt av lærere i matematikkfaget og gjør det lettere for meg å forstå valgene lærerutdanneren tar når hun benytter seg av dette programmet.

Espe (2014) har i sin masterstudie undersøkt mulighetene ved bruk av opplæringsvideoer i forbindelse med innføringen av (GG) i matematikkfaget i emnet geometri. Han observerte undervisningen til en matematikklærer og hans åttendeklasse elever som skulle konstruere ulike vinkler. De egenproduserte instruksjonsvideoene skulle sees av elevene hjemme slik at læreren kunne få mer tid til oppgaveløsning og individuell hjelp til hver enkelt elev. Først konstruerte elevene vinkler i forhold til oppskrifter fra videoene, så fikk de oppgaver om å konstruere andre vinkler og halvere dem. Funnene viser at denne arbeidsmetoden krever tilvenning, men ifølge elevrapporteringen gir den positive resultater med tanke på at elevene klarer å konstruere flere av de gitte vinklene på egen hånd. Likevel skriver Espe at flere av GG's viktige egenskaper, dynamikken og visualiseringsmuligheter, var i liten grad benyttet i løpet av observasjonstimen. Denne studien har noen likheter med studiene til Hals (2010) og Hauge (2010), men i tillegg brukes det videoer under opplæringen. Når jeg her undersøker den medierende rollen til videofilmen som lærerutdanneren bruker i undervisningssammenheng er avhandlingen til Espe viktig i forhold hvordan video blir brukt og hva den medierer til elever.

Drijvers, Doorman, Boon, Reed, & Gravemeijer, (2010) gjennomførte en kvalitativ studie av tre lærere, der de brukte teorien om *instrumental orchestration* til å undersøke «hvilke typer orchestrations utvikler lærere når de bruker teknologi, og i hvilken grad er disse knyttet til lærernes syn på matematikkundervisning og teknologiens rolle i den». (Egen oversettelse, s.213<sup>23</sup>) Gjennom studien, ved hjelp av data- og teorianalyse ble det blant annet identifisert seks typer orkestrering; *Technical-demo* (lærer demonstrerer teknikker, for eksempel tegne graf ved hjelp av digitale verktøy og skalere den), *Explain-the-screen* (verktøyene knyttes til matematisk innhold), *Link-screen-board* (oppgavene blir løst på papiret og løsningen blir demonstrert ved hjelp av IKT), *Discuss-the-screen* (oppgavene blir løst ved hjelp av digitale hjelpemidler og diskutert i klassen), *Spot-and-show* (lærer oppdager at noen av elevene gjør feil eller løser oppgaven ved bruk av digitale redskaper annerledes enn andre, dette blir demonstrert for hele klassen), og *Sherpa-at-work* (en av elevene presenterer selv sitt arbeid eller en gitt oppgave og forklarer hvordan han tenker) I tillegg skriver Drijvers et al. at lærernes orkestrering er avhengig av forholdet de har til teknologi som er relevant i undervisningssammenheng, kjennskap til affordansene til artefaktene de bruker og hvordan de velger å håndtere uventet respons fra elever, som ikke nødvendigvis gjelder det faglige aspektet, men også håndtering av digitale ressurser eller andre uventede situasjoner.

Erfjord (2011) tar utgangspunktet i teorien om *instrumental orchestration* (Drijvers et al. 2010) og svarer på følgende forskningsspørsmål i artikkelen *Teachers' Initial Orchestration of Students' Dynamic Geometry Software Use: Consequences for Students' Opportunities to Learn Mathematics*: «What characterises teachers' initial orchestration of DGS<sup>24</sup>-use in mathematics teaching? What are the consequences for students' opportunities to learn mathematics»? I studien deltok det tre lærere, kalt A-lærere og F-lærer, og deres elever fra to grunnskoler i Norge. Funnene som er mest relevante for min studie viser at A-lærerne fokuserte mer på det tekniske aspektet ved bruk av DGS enn det matematiske, mens F-læreren la mindre vekt på gjennomgangen av de tekniske sidene ved DGS. Begge A-lærerne underviste på samme måte i plenum som når de ga individuell veiledning. Orkestreringen endret seg litt med at de pekte på

---

<sup>23</sup> Drijvers et al. bruker Trough 2004 sin teori om instrumental orchestration "an instrumental orchestration is defined as the teacher's intentional and systematic organisation and use of the various artefacts available in a-in this case computerised- learning environment in a given mathematical task situation, in order to guide students' instrumental genesis". (s.215)

<sup>24</sup> DGS er forkortelse for dynamisk geometri-programvare i matematikk.



dataskjermene til elevene og grep tak i pc-mus når de hjalp dem. F-læreren hadde nesten ingen gjennomgang i plenum, men hun oppfordret elevene til å dele det de fant med hverandre. Elevene delte likevel mest de tekniske funn framfor matematiske.

F-læreren måtte handle i øyeblikket i større grad enn A-lærerne i de sammenhengene der elevenes utforskning av oppgaver og DGS førte dem andre veier enn det læreren hadde forutsett. A-lærerne hadde mer strukturert, styrende undervisning i starten, mest sannsynlig for å unngå overraskende øyeblikk.

Goos, Renshaw, Galbraith & Geiger (2000) har gjennomført en treårig longitudinell studie på en videregående skole i USA. De undersøkte pedagogiske spørsmål innen bruken av digitale ressurser i matematikkfaget, der de la vekt på «overhead-projection» og grafisk kalkulator. De teoriserer fire roller teknologi kan ha i en slik undervisning. Et viktig funn i forhold til min masteravhandling er at selv om en grafisk kalkulator kan fungere som et kraftig verktøy i undervisningssammenhenger på den måten at den kan åpne for interaksjon og deling av kunnskap, er mye avhengig av lærerens «forhold» (det å kunne bruke verktøyet og se muligheter og begrensninger i faglige sammenhenger) til dette verktøyet. Når studentene får mulighet til å delta, vise for hele klassen hvordan de løser matematiske problemer ved hjelp av grafisk kalkulator og prosjektor, kan dette skape situasjoner der verktøyet får formidlingskraft og samspillet i klasserommet skjer ikke bare gjennom deltakerne, men også gjennom den grafiske kalkulatoren. Denne studien blir også utdypet i teoridelen av min avhandling og brukt videre i analysen av data.

## Teoretisk bakteppe

### Situert læring, medierende artefakter og den nærmeste utviklingssonen

I min masteroppgave vil jeg innta et sosiokulturelt teoretisk perspektiv med fokus på situerte handlinger i en klasseromsvirksomhet (Dysthe, 2001; Säljö, 2001). Både Dysthe (2001) og Säljö (2001) relaterer det situerte perspektivet til deltakelse og interaksjon mellom lærere og studenter eller studenter seg imellom, samt de bestemte situasjonene og omgivelsene rundt disse deltakerne. Læringsaktivitetene jeg observerte var avhengige av de kontekstene de foregikk i. Noen ganger var eksempelvis undervisning konsentrert mot tavla og felles diskusjoner, andre ganger jobbet studentene selvstendig med papir og blyant, og i noen av timene brukte de (GG) for å konstruere geometriske figurer.

Kunnskaper og informasjon om verden rundt oss skjer gjennom og ved hjelp av de ulike psykologiske (språk, tale, ord, matematiske symboler, mm) og fysiske (verktøy, teknologi, bøker, mm) redskapene (artefaktene). Bruken av ulike artefakter påvirkes av kontekstene disse artefaktene blir brukt i og denne bruken påvirker videre evnen til artefaktene å mediere budskapet til deltakerne. (Breive, 2013; Helgevold, 2011; Säljö, 2001) Begrepet mediering innebærer at våre handlinger, tenkning og sosiale relasjoner skjer gjennom og ved hjelp av historiske og kulturelle redskaper (både fysiske og psykologiske). (Säljö, 2001) Eksempelvis skriver vi ved hjelp av penn eller tastatur på en datamaskin og får informasjon om arvelige sykdommer ved hjelp av DNA-tester. Vi kommuniserer ved bruk av de psykologiske redskapene; symboler, tegn og tale. For å kunne forstå hverandre må vi benytte oss av eksempelvis samme språk. Språket tildeles en stor betydning i menneskers læring, utvikling og sosiale virksomheter med andre medmennesker, men også i den virksomheten som skjer i vårt indre, i våre tanker. (Vygotskij, 1971-1974) Ifølge Vygotskij (2011)<sup>25</sup> trenger vi språket, men også andre artefakter, for å hjelpe hverandre i kunnskapsbyggingen i ulike fagfelt (for eksempel matematikk, norsk, samfunnsfag). I denne sammenhengen presenterer han begrepet *den nærmeste utviklingssonen* i boken *Tenkning og tale*<sup>26</sup> (2011, s.317) Denne blir definert som avstanden mellom «det aktuelle utviklingsnivå», eller det barnet klarer å utføre på egen hånd og det nivået som barnet kan strekke seg til ved hjelp av en mer kompetent person, eksempelvis lærer. (2011, s.317<sup>27</sup>) Vygotskij presiserer at det å fastsette barnets aktuelle utviklingsnivå er like viktig som å fastsette «indlæringens høyeste tærskel<sup>28</sup>». (Vygotskij, 1971-1974, s.290) Med dette mener han at prøvene og testene som blir gitt på skolen er viktige for å fastslå barns kunnskaper og forståelse i det aktuelle emnet eller faget, men resultatene fra disse testene bør ikke ses på som indikatorer på elevenes utviklingspotensial fordi, ifølge Vygotskij, kan barnet klare å løse mer avanserte oppgaver hvis han eller hun får hjelp i form av «framvisning, eksempel, et ledende spørsmål, begynnelsen på oppgaveløsning, og liknende». (2011, s.318) Selv om Vygotskij relaterer *den nærmeste utviklingssonen* til barns forståelse og læring hevder Postholm (2008) «at en slik læringssituasjon kan skapes på alle nivå i det formelle

---

<sup>25</sup> Her bruker jeg en bok på originalspråk (russisk), «Tenkning og tale» (Myshlenie i retsch), som var utgitt i 2011 og inneholder tre verk av Vygotskij skrevet henholdsvis i 1934, 1930 og 1935: «Tenkning og tale, Fantasi og kreativitet i barndommen og Bevissthet og psyke» (egen oversettelse av titler).

<sup>26</sup> Refererer til russisk utgave fra 2011, men kan i dette tilfellet bruke dansk bok «Tænkning og sprog» (1971-1974).

<sup>27</sup> I «Tænkning og sprog» 1974, finner man dette begrepet på s.285

<sup>28</sup> Jeg vil bemerke at i den danske boken «Tænkning og sprog», 1974, s.290 har ordene *tester* og *oppgaver* blitt sløffet, men jeg mener at det er riktig å få dem med slik Vygotskij skriver fordi dette viser betydningen av prøver og tester elevene får på skolen og det er disse de blir målt etter

læringshierarkiet, fra de første år i grunnskolen og til de siste år på universitet». (s.206) Hun presiserer at for å lykkes med undervisningen innen *den nærmeste utviklingssonen* er det viktig at læreren «regisserer» aktiviteter på en slik måte at språket blir gitt en viktig rolle i ulike undervisningssettinger uansett hvilket nivå han underviser på.

Samhandlingen mellom en person som ikke klarer å løse et faglig problem på egen hånd og en mer kyndig og kompetent person forutsetter, etter min mening, evnen til deltakerne å kunne bruke samme psykologiske og fysiske redskaper. For at disse redskapene skal ha verdi i faglig sammenheng må studentene beherske både teknisk bruk (hvordan virker et program, hva heter ulike matematiske symboler og tegn) av disse redskapene, men også vite hvordan disse kan forenkle eller hjelpe dem å løse ulike problemer og oppgaver. De psykologiske redskapene har stor betydning i samhandlingen mellom læreren og studenter og studentene seg imellom. Når læreren kommuniserer til eller med studenter benytter han seg av språket. Men hvordan dette redskapet blir brukt har stor betydning for læring. I denne avhandlingen legger jeg blant annet vekt på utviklingen av matematiske samtaler, og siden samtalen forutsetter at deltakerne interagerer med hverandre ved hjelp av slike psykologiske redskaper som språk og tanker, vil jeg videre rette fokuset på dialogisk form for samhandlinger og se på betydningen av tradisjonell undervisning der læreren har ordet.

### Dialog og monolog

En av de fremste teoretikerne innen dialogisme er Bakhtin<sup>29</sup> og selv om han ikke har direkte tilknytning til pedagogikk blir hans oppfatning av begrepene *dialog* og *monolog* brukt i undervisningsrettet litteratur. Olga Dysthe (2012) presenterer Bakhtins syn på dialog på følgende måte: Det er ikke jeg, «men vi som skaper mening. Mening oppstår i samspillet mellom de som kommuniserer, og responsen fra den andre er det aktiverende prinsippet som skaper forståelse». (s. 58) Med andre ord, for at en samtale skal kunne bli kalt for dialog er det viktig med gjensidig respekt for hverandres meninger og ideer. Responsen som blir nevnt i dette tilfellet kan etter min mening være både verbal og taus (snu blikket, kroppslige gester, osv.). Hvis en lærer overser responsen fra sine studenter kan den dialogiske kommunikasjonen gå over i en monologisk ytring. Monologisitet blir forstått som samhandling der kun den ene har fasitsvaret og andre sine meninger, forslag og ideer har ikke plass til å utfordre den ene «snakkende stemmen». (s.64) Selv

---

<sup>29</sup> Bakhtin, M. M. er en russisk litteraturteoretiker og språk- og kulturfilosof

om Bakhtin relaterer begrepene dialog og monolog til litterære verk og ikke til pedagogikk og didaktikk, er det viktig å nevne at han selv har undervist både på universitetet og videregående skole i store deler av sitt liv. I en forskningsartikkel «Dialogic origin and dialogic pedagogy of grammar: Stylistics in teaching Russian language in secondary school»<sup>30</sup> (2004) kan man oppleve Bakhtin som lærer og pedagog for å tydeliggjøre hans forståelse av begrepet dialog i undervisningskontekster. Her beskriver han noen av sine skoletimer hvor han underviser i fagene russisk språk og russisk litteratur. Bakhtin skriver at han først og fremst forklarer et emne som elevene skal jobbe med, så presiserer han viktige momenter, bruker konkrete, kontraster, illustrasjoner. Videre inviterer han elevene til å delta i samtalen, komme med egne eksempler, analysere andres forslag og reflektere over dem. (Bakhtin 2004/1953) Han understreker at lærerens rolle ikke bare består i å undervise, forklare osv., men i stor grad i å vurdere om elevene har forstått det gjennomgåtte emnet. Vurderingen gjennomfører han på følgende måte: Han retter både hjemmestilene og stilene skrevet på skolen, gir elevene konstruktive, skriftlige tilbakemeldinger, videre blir alle, både elevens tekster og hans forslag lest opp for hele klassen og diskutert i plenum. Han skriver også at «"forfattere" (her menes det elever Bakhtin underviser) av og til var uenige med mine forslag og det oppsto livlige og interessante tvister/strider» (egen oversettelse. Bakhtin. 1953, s.2) Her ser man tydelig at selv om Bakhtin framstår som en lærer med autoritet, en lærer som kjenner elevene og har faglig tyngde, blir han ikke oppfattet som autoritær av dem. Elevene føler seg frie og deltar livlig i dialogen, timene preges av respekt for andres meninger og selv om undervisningene starter med en tradisjonell undervisningsform har de ingen nære trekk med monologismen som jeg beskrev øverst. Denne undervisningsformen kan relateres til samhandlingen som Vygotskij foreslår i arbeidet innen *den nærmeste utviklingssonen*. Når læreren inviterer elevene til deltakelse og får dem til å analysere hverandres forslag, samt reflektere over det andre i klassen foreslår eller mener, utfordrer de hverandre slik at de strekker seg videre, åpner for det potensialet som ligger skjult. En annen russisk-amerikansk teoretiker, Alexander Sidorkin (1999), bygger på Bakhtins forståelse av begrepene dialog og monolog og presenterer interessante tanker rundt begrepet dialog i klasseromsdiskurs i boken *Beyond Discourse*. Han deler denne diskursen i tre faser,

---

<sup>30</sup> Denne artikkelen ble publisert i *Journal of Russian and East European Psychology* i 2004, der Matusov er redaktør. Den originale versjonen fra 1953 ble publisert i tidsskriftet *Russkaia Slovesnost'* i 1994. Den originale tittelen til artikkelen er "Stylistics in teaching Russian language in secondary school" (egen oversettelse) og finnes også på internett: <http://ajupanfilov.narod.ru/turbin/1992.html>

eller som han sier selv i «tre diskurser». (s.74) Den første har en viss tendens til monologisitet, publikum er konsentrert om å lytte til den eller dem som snakker. Det å se film sammen, høre på en forelesning eller elevpresentasjoner, men også høytlesing og svar på spørsmål som stilles av læreren til en konkret elev, hører til den «første diskursen», og blir sett på som lite dialogiske. Likevel har «den første diskursen» to viktige formål; for det første lytter publikum sammen slik at de får et felles emne for konversasjon, og for det andre dannes det ulike meninger, ulik forståelse av samme tekst<sup>31</sup>. Her referer Sidorkin til Bakhtins flerstemmighet (polyfoni) og skriver at felleslytting skaper et mangfold av stemmer. (s. 81) Men ikke alle skoletimer fører til dannelse av meninger, interessante oppfatninger og spørsmål, men kun de timene som fanger studentene, de som er tilpasset deres nivå eller som Vygotskij ville sagt, befinner seg innen *den nærmeste utviklingssonen*, de som ikke er for vanskelige, men likevel utfordrende for dem. Og selv om det finnes oppgaver som har svar som enten kun er rette eller gale, er måten vi kommer til disse svarene på forskjellig. Elevene danner sin egen oppfatning, sin forståelse eller misforståelse av det gjennomgåtte emnet, problemet eller oppgaven i faget, og disse ulike tankene og meningene gir grunnlag til utforskning, deling eller diskusjon i den påfølgende fasen, som Sidorkin kaller for «andre diskurs». Denne starter oftest spontant, som en avbrytelse av eksempelvis en ivrig elev, som en uventet kommentar eller et spørsmål. Sidorkin oppfordrer lærere å tilrettelegge til slike øyeblikk og la andre «stemmer» komme inn slik at elevene hører hverandres oppfatninger, ulike feiltolkninger, tanker, slik at elevene lærer å ytre sine meninger, lærer å være enige og uenige med hverandre og gjennom interaksjonen får eierskap til det gjennomgåtte emnet eller problemet. Til dette vil jeg også tilføye at responsen fra elevene eller studentene er viktig evaluering av lærerens undervisning. Læreren har anledning til å fange oppståtte misoppfatninger, gi flere eksempler, endre brukte metoder eller ressurser, men samtidig krever dette at læreren har noe i sin profesjonelle verktøykasse, har evnen til å ta opp «redskapet» som passer best i et uventet øyeblikk og gjennom denne improvisatoriske handlingen hjelpe de studentene som strever med å forstå oppgaven eller emnet. I noen skoletimer kan den andre diskursen gå over i mer uformell, løs småprat studentene imellom. Denne dialogen kaller Sidorkin for «tredje diskurs», den skjer i små grupper og har ikke nødvendigvis noe med det gjennomgåtte

---

<sup>31</sup> *Tekst* bør i dette tilfellet sees på som et vidt begrep og omhandler alt av informasjonen som strømmer fra en kilde til lyttere.

emnet å gjøre, men er likevel viktig med tanke på sosialisering, aksept, men også for å skape spontane og kreative ideer. (s.100)

Slik jeg oppfatter Sidorkin, har tradisjonell undervisning en viktig rolle i dannelsen av delte meninger gjennom en felles lytting. Denne er oftest monologisk fordi det er kun en som eier ordet, men en interessant og godt tilrettelagt undervisning tillater studentene å bryte inn, komme med spørsmål, kommentarer eller innvendinger og på denne måten skapes det uventede øyeblikk som har stor verdi i læringsprosessen. Et slik syn på dialog gir etter min mening et viktig tilskudd til den nye lærerutdanningen, der det fokuseres på relasjoner mellom elever og lærere, tilpasset opplæring, gode faglige kunnskaper, evnen til å lede samtaler og kjennskap til ulike metoder, konkrete og ressurser. (Kunnskapsdepartementet 2006, 2010a, 2010b; Meld. St. 18. (2010-2011); St.meld. nr. 11. (2008-2009); St.meld. nr. 31 (2007-2008)) Også Postholm (2008), ved å støtte seg på Bakhtin (1986) og Wertsch (1984), uthever betydningen av studentdeltakelse i undervisningen på høyere nivå. Hun mener at undervisningene bør preges av spørsmål og kommentarer fra studenter for bedre å kunne skape forståelse for det gjennomgåtte emnet. Hun utelukker likevel ikke betydningen av plenumforelesninger fordi selv om det ikke foregår en verbal dialog mellom lærer og studenter, responderer studentene likevel på det som blir sagt i sine tanker.

### Lærerens kompetanse og matematiske samtaler

I min problemstilling retter jeg også fokuset på utviklingen av matematiske samtaler mellom lærerutdanneren og studenter og vil derfor se videre på betydningen av slike samtaler i lærerutdanningen og rette fokuset på kompetansen framtidige lærere bør ha i matematikkfaget.

Shulman (1986) framhever tre kompetanser som framtidige lærere bør ha. Han deler disse i tre kategorier og gir disse fellesbetegnelsen «Content knowledge»: «Subject Matter Content Knowledge» (SMCK), «Pedagogical Content Knowledge» (PCK) og «Curricular Knowledge» (CK). (SMCK) er ifølge Shulman knyttet til lærerens faglige kompetanse og hvordan denne kunnskapen er konstruert i lærerens mentale skjemaer. (PCK) refererer til koblingen mellom fagkunnskap og pedagogikk, eller sagt på en annen måte, denne kunnskapen knyttes til lærerens forståelse av hvordan faglige emner kobles sammen, kan forstås av elever og hvordan disse kan formidles til elever på en best mulig måte. (CK) går ut på å kjenne til de kompetansemålene som er relatert til det

faget eller nivået læreren underviser på, men også kjennskap til de kompetansemålene elevene hadde i forrige klassetrinn og de målene som er fastsatt i det neste klassetrinnet. Videre handler denne kunnskapen om lærerens kjennskap til undervisningsmaterialet og hvordan fagstoffet kan kobles til andre fag på skolen. Ball, Thames, & Phelps (2008) supplerer «Content knowledge» med andre kunnskaper i forhold til det en lærer bør kunne for å undervise i matematikk. De foreslår å dele faglig kunnskap i matematikk, i kunnskap som kun lærere bør ha i dette faget og ren matematisk kunnskap som kreves i andre yrker der matematikk er et viktig område. Lærerens matematiske kunnskap bør blant annet bygge på elevkunnskap, dvs. kjennskap til de vanlige feil elevene gjør i faget og mønsteret ved elevenes matematiske tenkning. Videre er det viktig at lærere klarer å koble læreplanen til ulike områder i matematikk og kan se sammenheng mellom disse områdene. I tillegg er det av en stor betydning at lærere kan presentere stoffet på ulike måter, kjenner til ulike metoder, konkrete, eksempler, ressurser og kan ved bruk av disse gjøre matematikk mest mulig forståelig for elevene. Retningslinjene for den nye grunnskolelærerutdanningen i Norge har en noe liknende omtale av matematisk kompetanse, men denne blir kalt for undervisningskunnskap. (Kunnskapsdepartementet. 2010a, s. 34) Undervisningskunnskap går ut på at studentene skal ha solide faglige kunnskaper, kan analysere andres matematiske argumenter, forslag til løsninger på oppgaver og framstillinger og se potensial og begrensninger ved dem. Videre innbefatter undervisningskunnskap kompetanse i matematikdidaktikk, som går ut på å kjenne til og forstå elevenes feil og matematiske misoppfatninger, kunne tilrettelegge for en variert og tilpasset undervisning, der ulike metoder, konkrete, ressurser og verktøy benyttes.

I min studie legger jeg kun vekt på utvikling av matematiske samtaler i faget matematikdidaktikk, der både matematikkfaglig og didaktisk relevans er i fokus. Betydningen av matematiske samtaler er også nedskrevet i rammeplanen for lærerutdanningen. (Kunnskapsdepartementet. 2010a) (Dette er presisert i kapitlet *bakgrunn for forskning*.) I denne sammenheng vil jeg se på det Niss & Jensen (2002) kaller kommunikativ kompetanse i matematikkfaget. Selv om denne er utviklet med tanke på elevkompetansen, må også lærere besitte denne kompetansen for å kunne hjelpe sine elever. Ifølge Niss et al. (2002) innebærer kommunikasjonskompetanse at læreren har evne til å analysere og tolke elevenes skriftlige og muntlige utsagn i faget, se matematisk verdi i disse utsagnene og selv kan uttrykke seg både skriftlig, muntlig og visuelt og hjelpe elevene med å se sammenheng mellom faglige og hverdagslige

begreper og uttrykk. Etter min mening er denne kompetansen viktig for å lede matematiske samtaler i klasserommet. Johnsen-Høines et al. (2012) presiserer at utviklingen av slike samtaler i et klasserom er en krevende prosess, der læreren enten kan vekke interesse/nysgjerrighet eller stagnere motivasjon hos elever. Bruk av spørsmål som rettes inn mot et enkelt svar, der læreren i tillegg er den som vet svaret, kan virke «disiplinerende og fungere undertrykkende». (Johnsen-Høines et al. 2012, s.21-24). Derimot kan kommunikasjonsformen der deltakere ønsker å undersøke eller utforske noe sammen føre til spontane og uforutsigbare situasjoner. I slike tilfeller rettes fokuset mot hverandres forståelse, lytting til egne og andres ideer og resulterer ofte i at meningene skapes i fellesskap. (s.22, s.33, s.96-97)

Drageset (2014) peker på at klasseromssamtalene ofte har «IRE-mønsteret», som innebærer at læreren styrer kommunikasjonen på den måten at han stiller spørsmål til elever. De (vanligvis én enkelt elev) svarer kort, så evaluerer læreren svaret. (s.12) Ved å sammenlikne denne kommunikasjonen med Sidorkin`s første diskurs, ser jeg at denne har monologiske trekk fordi samtalen stenger for deltakelse av andre elever og det forventes heller ikke at elevene utdyper sine svar eller tydeliggjør hvordan de kom fram til dette svaret. For at lærerstudenter skulle klare å lede gode matematiske samtaler, samtaler som bygger på elevdeltakelse der argumentasjoner, ulike forklaringer, framstillinger og oppfatninger kommer fram, er det viktig at lærerutdannere legger til rette for slike samtaler i løpet av studien.

### Digital kompetanse, instrumentell orkestrering, forholdet mellom lærer og teknologi

I min masteroppgave vil jeg legge vekt på bruk av prosjektor, bruk av video og GeoGebra, fordi lærerutdanneren jeg observerte i feltet benyttet seg av disse redskapene.

Det at styringsdokumentene<sup>32</sup> pålegger lærere og lærerutdannere å integrere digitale ressurser i undervisning, gjør, etter min mening, at det blir viktig at disse ressursene får sin medierende verdi i undervisningskontekster (gir eksempelvis nye og bedre måter å løse oppgaver på, hjelper å forstå faglige begreper eller visualiserer matematiske problemstillinger og sammenhenger). I en omfattende gjennomgang av litteratur rettet mot pedagogisk bruk av IKT skriver Webb & Cox (2004) at bruken av teknologiske ressurser i skolen «krever at lærere foretar et mer komplekst pedagogisk resonnement

---

<sup>32</sup> Læreplan for grunn- og videregående skole LK06 og rammeplan (2010) for grunnskolelærerutdanningen



enn før, i sin planlegging og undervisning, som inkorporerer kunnskap om spesifikke affordanser og hvordan disse er knyttet til fagundervisning». (Egen oversettelse, s. 235)

Med andre ord er det viktig at lærere kjenner til ulike egenskaper eller potensial (affordanser) til de digitale verktøy som blir brukt i undervisningssammenheng, vet hvilke begrensninger disse verktøyene har og kan anvende dem slik at de komplementerer deres pedagogiske, faglige og metodiske kunnskap. Hvilken rolle teknologi spiller i lærerens hverdag og hvor godt han eller hun kjenner teknologiens affordanser har stor betydning for elevenes/studentenes læring i teknologitette klasserom. (Webb & Cox, 2004; Goos et al. 2000) Goos, et al. (2000) «theorise four roles for technology in relation to such teaching and learning interactions»: *technology as master, technology as servant, technology as partner* og *technology as extension of self*. (2000, p.5-6) Den første kategorien/rollen peker på et vagt forhold mellom læreren og de IKT-ressursene han bruker i undervisningen. Han kjenner til og benytter seg av få egenskaper ved et digitalt verktøy. Bruken er sporadisk og blir ofte erstattet av andre ressurser. Den andre kategorien kjennetegnes av mer fortrolig bruk av teknologi, men denne er begrenset til å støtte allerede etablerte undervisningsmetoder. Eksempelvis kan PowerPoint-presentasjon forenkle lærernes arbeid med at han ikke trenger å skrive på en krittavle eller whiteboard og kalkulator hjelper å løse oppgaver på en rask og effektiv måte. Kategorien *technology as partner* peker mot et fortrolig forhold til digitale ressurser som brukes på en kreativ måte. Studentene til disse lærerne klarer ofte å velge riktige verktøy på egen hånd, se nytte av dem i matematikkfaget og er ikke så avhengige av læreren som autoritet. Den siste kategorien, *technology as extension of self*, blir betraktet som høyeste nivå innen bruken av teknologi i undervisningskontekster. Ulike matematiske programmer, men også kommunikasjonsteknologi, beskrives som en naturlig del av lærerens undervisningsrepertoar. Læreren behersker de tekniske sidene ved ulike programmer, kjenner til deres affordanser, kan bruke dem på en kreativ måte som endrer aktivitetens egenart. En simulering på eksempelvis (GG) kan både visualisere et matematisk problem eller figur, men samtidig invitere til diskusjon eller samtale om figurens egenskaper eller ulike løsninger på et problem. Goos et al. skriver videre at elevenes bruk av ulike teknologiske redskaper i matematikkfaget avhenger av lærerens forhold til teknologi. For at digitale redskaper skal ha sin medierende verdi i problemløsning, forståelse av matematiske begreper og eksempelvis modellering, er det viktig at også elevene etablerer et slikt forhold til teknologi, at denne blir en *extension of self*.

Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravemeijer (2010) har også understreket betydningen av lærerens rolle i en såkalt *instrumental orchestration*<sup>33</sup> i matematikkfaget, der teknologi benyttes.

*Instrumental orchestration* bygger blant annet på begrepet *instrumental genesis*<sup>34</sup>, men også på forståelsen av begrepet *instrument*. (Drijvers & Trouche, 2008) Ved å støtte seg på Rabardel (2002) og Vygotskij (1930/1985), forklarer Drijvers (2008) at artefaktene har i utgangspunktet liten verdi for dem som ikke vet hvordan disse brukes og kan anvendes i bestemte sammenhenger, men kan bli nyttige instrumenter etter at man blir kjent med virkningen, potensial og begrensninger som disse artefaktene har i forhold til å løse en konkret oppgave. Med andre ord, for at vi skal kunne kalle en artefakt for et instrument er det viktig at det foregår et meningsfylt samspill mellom brukeren og artefakten. I disse sammenhengene får artefaktene sin medierende verdi. Orkestrering av undervisningen innbefatter, slik jeg forstår Drijvers et al. (2008 og 2010), valg av oppgaver, andre ressurser og redskaper, valg av det faglige stoffet som skal formidles, metoder og rollen studentene får i denne konteksten.

Drijvers et al. (2010) presenterer tre elementer innen *instrumental orchestration*: *didactical configuration*, *exploitation mode* og *didactical performance*. Det første elementet innbefatter konfigurering av undervisningssettingen og artefaktene som er involvert i den. (p.3) Dette gjelder for eksempel lærerens forberedelse og valg av verktøy som han og studentene skal bruke. Det neste elementet beskriver den pedagogisk-didaktiske forberedelsen av introduksjonen av emnet, oppgavene som blir jobbet med, metodene, aktivitetene og artefaktene som blir involvert i undervisningen, men også de tenkte skjemaene og teknikkene som denne undervisningen kan utvikle hos elever. *Didactical performance*, som er det siste elementet i instrumentell orkestrering, innlemmer ad-hoc beslutninger, men jeg ville sagt improvisatoriske løsninger, som faktisk blir tatt under den planlagte undervisningen som involverer de to første elementene av orkestrering. Som jeg allerede nevnte i min review-del av masteroppgaven framkommer uventede øyeblikk i settinger der det finnes deltakende publikum. Selv om en lærer nøye planlegger undervisningen er det vanskelig å forutse den responsen som klassen vil gi på det forberedte opplegget. *Didactical performance*

---

<sup>33</sup> Drijvers m.fl (2010) videreutvikler metaforen «instrumental orchestrations» til Trouche (2004)

<sup>34</sup> Begrepet kan i denne sammenheng forklares som utviklingen av studentenes mentale skjemaer som hjelper dem å forstå potensielle og begrensninger til et instrument og klare å se verdig av dette instrumentet i ulike situasjoner. Begrepet kommer fra blant annet Trouche, L. (2004)

innbefatter de spørsmålene, svarene og andre valg læreren faktisk gjør i de ulike situasjonene i et klasserom.

Siden jeg, i min masteroppgave, undersøker betydningen av IKT sin medierende rolle i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanneren og hennes studenter, blir det viktig å se på hva som menes med digital kompetanse for lærere og hvordan denne er forskjellig fra kompetansen til andre brukere av teknologi. Teoriene jeg presenterer under er viktige for forståelsen av den kompetansen lærere bør ha når de bruker digitale artefakter i undervisningssammenheng, men disse blir ikke brukt i analysen av det empiriske datamaterialet.

Mishra & Koehler (2008) har introdusert *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) modellen som bygger på *Content Knowledge* til Shulman (1986) og beskriver den kompetansen lærere bør ha for å integrere teknologi i sin undervisning. Tre viktige komponenter i denne modellen er innhold, pedagogikk og teknologi. (s.2) Disse komponentene overlapper hverandre og har like stor verdi i lærerens digitale dannelse. Her velger jeg å ikke gå i dybden av denne modellen, men vil likevel presisere at denne innlemmer mange ulike kunnskaper som lærerutdanneren bør ha for å håndtere teknologi, slik at bruken av denne bidrar til studentenes læring. Eksempelvis må lærerutdanneren kjenne til potensial og begrensninger til artefaktene han velger å bruke og relatere dem til faget han underviser i slik at disse forenkler oppgaveløsning eller medvirker til faglig forståelse hos studentene.

Modellen TPACK ble videreutviklet av Krumsvik & Almås (2009) og tilpasset norsk utdanningssystem der digitale ferdigheter er én av fem basisferdigheter og krever en dypere didaktisk forankring, slik at modellen samsvarer med forventningene som er belyst i styringsdokumentene. Modellen er delt i fem kategorier. Her går jeg kort gjennom de første fire kategoriene og forklarer grundigere den siste som blant annet går på lærerens digitale kompetanse. Den første kategorien, *kompetansemål*, indikerer koblingen mellom kompetansemål i læreplanen og digitale ferdigheter. Den andre, *fagstoff*, peker på lærerens kompetanse i undervisningen i både et fysisk og digitalt klasserom og lærerens evne til didaktisk refleksjon over muligheter og begrensninger til ulike artefakter som er inkluderte i disse klasserommene. Den tredje kategorien *undervisnings- og arbeidsmetoder* legger vekt på lærerens valg og kombinasjon av ulike metoder i både et fysisk og digitalt klasserom. Fjerde inndeling, *vurderingsformer*, går ut på at læreren må se muligheter og begrensninger til ulike digitale verktøy når de skal

gi underveis- (vurdering som gir framovermelding) og summativ vurdering (vurdering med tilbakemelding og karakter). Den siste kategorien i modellen er *elevenes og lærernes kompetanser*. Med tanke på min problemstilling for masteroppgaven går jeg kun inn på lærerens digitale kompetanse. Denne kompetansen defineres på følgende måte; «Digital competence is the teacher's proficiency in using ICT in a professional context with good didactic judgement and his or her awareness of its implications for learning strategies and the digital Bildung of pupils». (Krumsvik 2007, s.74 i Krumsvik et al. 2009<sup>35</sup>, s. 25) Her menes det at lærernes kompetanse inkluderer kjennskap til og teknisk bruk av ulike digitale redskaper, men også lærerens forståelse av hvordan disse kan brukes i pedagogisk IKT-praksis. Den mest krevende kompetansedelen er det Krumsvik (2007) kaller for *pedagogisk IKT-skjønn*. Denne omfavner bruk av digitale redskaper som åpner for nye arbeidsmåter, læringsstrategier, kommunikasjonsmetoder og utforskning. Det er akkurat denne kompetansen som skiller lærere fra andre brukere av IKT. Med tanke på den raske utviklingen innen teknologi medfører denne kompetansen, etter min mening, en livslang læring for lærere og lærerutdannere, der det ikke er nok å bare ha kjennskap til nye digitale artefakter, men lærere må også kjenne til affordanser til disse artefaktene, kunne utøve klasseledelse i et miljø der datamaskinene kan føre til ulike fristelser for elevene og finne balansen mellom bruken av datamaskiner, papirbøker, verbalkommunikasjon og andre tradisjonelle artefakter.

### Oppsummering

I min masteroppgave ønsker jeg å undersøke rollen IKT, som en medierende artefakt, har i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanner og lærerstudenter i utviklingen av matematiske samtaler. I forbindelse med dette vil jeg videre i avhandlingen legge større vekt på teoriene til Bakhtin (2004/1953) og Sidorkin (1999) om dialogisme og monologisme og Vygotskijs *nærmeste utviklingszone* for å tydeliggjøre samhandlingene mellom lærerutdanneren og studentene. Innhold i matematiske samtaler vil bli beskrevet ved hjelp av Niss et al. (2002) og Johnsen-Høines et al. (2012). For å kunne bedre forstå den medierende rolle til artefaktene lærerutdanneren bruker i undervisningskontekster vil jeg benytte meg av Säljö (2001), men også av Goos et al. (2000) sin teori om fire roller teknologi kan ha i klasseromssamhandlinger og Drijvers et al. (2008, 2010) teori om instrumentell

---

<sup>35</sup> Her bruker jeg kun artikkelen *The Digital Didactic* i pdf-format. Artikkelen er publisert i *Learning in the Network Society and the Digitized School* (2009)

orkestrering, der jeg skal forsøke å avdekke hvilke artefakter som kan betegnes som instrumenter for lærerutdanneren jeg observerte.

## Valg av metode

For å belyse problemstillingen for empiridelen av min masteravhandling måtte jeg velge en passende forskningsmetode.

Den kvantitative metoden baserer seg ofte på statistisk tallanalyse av relativt store mengder datamateriale samlet inn ved hjelp av spørreskjemaer med standardiserte spørsmål med svaralternativer. Resultater i slike undersøkelser baserer seg da på tall som framstilles ved hjelp av tabeller, grafer eller diagrammer. Formålet med slike studier kan for eksempel være analyse av relasjoner av ulike fenomener eller begreper og forekomster av disse. (Befring, 2007; Ryen, 2002)

Kvalitative studier søker ofte forklaring eller beskrivelse av et bestemt felt eller fenomen. De fokuserer på menneskelig samhandling, deres valg i ulike sosiale kontekster og prøver å få fram deltakernes perspektiv. (Silverman, 2006; Cohen, Manion & Morrison, 2011) Postholm (2010) poengterer at målsettingen med slike studier «er å beskrive kompleksiteten av et fenomen knyttet til et bestemt fokus eller problemstilling. Dette fenomenet er en del av en virkelig setting hvor menneskelige prosesser eller problemer forskes på». (s.22)

Siden min problemstilling søker etter dypere forståelse av IKT sin rolle i improvisatoriske samhandlinger, der målet er utvikling av matematiske samtaler, falt mitt valg på den kvalitative metoden der oppfølgingsintervju av en lærerutdanner og videoobservasjoner i klasserommet er benyttet. Ifølge Postholm (2010) kan kvalitative observasjoner benyttes når forskeren har fokuset på handlinger som foregår i sine naturlige kontekster, eksempelvis i et klasserom. Hva som blir observert bør styres av problemstillingen og teorien som ligger bak studien. Ved hjelp av videoobservasjoner forsøker jeg å fange improvisatoriske øyeblikk i undervisningsprosessen, der jeg legger vekt på lærerutdannerens improvisasjon. Observasjonene er også til hjelp for å se hvilke artefakter som var brukt av lærerutdanneren og hvordan bruk av disse virket inn på samtalene som ble utviklet i ulike kontekster.

Observasjonene foregikk i forkant av intervjuene og var brukt som utgangspunkt for spørsmål som var tatt videre inn i samtalen med den lærerutdanneren jeg observerte. «Formålet med det kvalitative forskningsintervjuet er å forstå sider ved

intervjupersonens daglige liv, fra hans eller hennes eget perspektiv». (Kvale & Brinkmann, 2009, s.43)

For å bedre sikre kvaliteten på data triangulerer jeg intervjuene med observasjoner og både intervjuene og observasjonene med litteraturanalsen. «Triangulering inneber å kombinere ulike teoriar, data eller metodiske tilnærmingar». (Befring, 2007, s.190)

Denne metoden kan være til hjelp for å understøtte mine funn fra den kvalitative datainnsamlingen. Med andre ord styrkes studien hvis forskernes resultater viser seg å være sammenfallende med den teoretiske analysen. (Postholm, 2010; Denzin & Lincoln, 2000; Befring, 2007)

### Kvalitativ metode

Som jeg skrev øverst benytter jeg meg av den kvalitative metoden i masteroppgaven. Denne metoden baserer seg på et samspill mellom induksjon og deduksjon. (Postholm, 2010) Siden det ikke finnes så veldig mye forskning på feltet jeg undersøker, er det viktig å være objektiv og åpen under observasjoner og intervju. Med den induktive tilnærmingen skapes forståelse gjennom deltakende aktører. (Kvale et al. 2009; Postholm, 2010) Før observasjonene startet valgte jeg likevel å tilegne meg ny kunnskap på feltet jeg skulle studere. Ut fra den leste teorien dannet jeg noen antakelser som ble undersøkt ved observasjoner og intervju. Denne metoden kalles for deduktiv metode. (Postholm, 2010)

### Kasusstudie

«The closeness aims to produce an invaluable and deep understanding – that is, an insightful appreciation of the “case(s)” – hopefully resulting in new learning about real-world behavior and its meaning» (Yin, 2012, s.4)

Siden min problemstilling sikter mot dypere forståelse av fenomener i komplekse sosiale samhandlinger i et klasserom, og fordi jeg valgte å studere undervisningen til en lærerutdanner i en naturlig kontekst, falt mitt valg på en kasusstudie. (Yin, 2009, 2012; Cohen et al. 2011) Myklebust (2002) drøfter i artikkelen *Utveljing og generalisering i kasusstudiar* ulike tilnærminger til denne metoden og kommer fram til at kasusstudiene blir definert på ulike måter av ulike teoretikere. Stake (2000) deler eksempelvis kasusstudier i *intrinsic case study* og *instrumental case study*. (Stake 2000 i Myklebust, 2002) *Intrinsic case study* går ut på å studere et spesielt kasus, en konkret lærerutdanner eller bestemte studenter, det unike som skjer på feltet blir tatt med i betraktning.

*Instrumental case study* relateres til undersøkelser der forskeren studerer et kasus for å få svar på en problemstilling, belyse et fenomen eller utvikle teorier. Man undersøker kasus fra ulike sider og går i dybden for å forklare og forstå det eksterne som forskeren studerer. (Myklebust, 2002) I min studie undersøker jeg den medierende rollen til IKT-redskaper i improvisatoriske samhandlinger, som fører til matematiske samtaler. Det er derfor naturlig å velge en *instrumental case study*, men siden improvisasjon skjer i øyeblikket er det vanskelig å gjenta den. Med andre ord kan improvisatoriske samhandlinger betraktes som unike og i dette tilfellet er det lærerutdanneres valg i forhold til responsen fra studenter som fører til at improvisasjon blir skapt. Derfor mener jeg at min studie er både en *instrumental case study* og *intrinsic case study*.

Videre kjennetegnes kasusstudier med at forskerne har liten kontroll over feltet og med at kasuset må sees i sammenheng med konteksten. (Myklebust, 2002) I min studie observerer jeg den medierende rollen til ulike artefakter, men bruken av disse kan ikke ses separat fra de settingene de blir brukt i. Studentrespons og lærerutdannerens bruk av artefakter har en viktig rolle med tanke på hvordan og hva artefaktene medierer i de ulike øyeblikkene. I tillegg kan andre faktorer, som for eksempel strømbrudd, mangel på nødvendig utstyr hos noen av deltakerne eller dårlig nettforbindelse spille en viss rolle for hvordan samhandlingene kan endre retning og hvilke artefakter som blir brukt og hvordan.

Videre er det viktig å trekke fram at kasusstudier, ifølge Postholm (2010), «kan være beskrivende, men også beskrivende og tolkende, og beskrivende, tolkende og vurderende på samme tid». (s.51) Min studie er beskrivende og tolkende i forhold til lærerutdannerens improvisatoriske handlinger, siden det ikke finnes så mye norsk forskning på dette området. Men også vurderende i forhold til IKT sin rolle i improvisatoriske samhandlinger, der dialogiske samtaler er målet.

Ifølge Yin (2009) er det viktig at forskere som velger en kasusundersøkelse benytter seg av ulike typer datamateriale. I min studie velger jeg å bruke både klasseromsobservasjoner, der lærerutdanneren er i fokus, og intervju med denne lærerutdanneren.

### Valg av informanter

I valget av informanter var det viktig for meg å finne deltakere som kunne gi meg relevant datamateriale til min undersøkelse. Jeg søkte med andre ord en lærerutdanner

som hadde erfaring med undervisning av lærerstudenter, kjennskap til noen digitale hjelpemidler og som la vekt på verbal kommunikasjon med studenter i matematikk eller matematikkdiraktikk. Jeg kom tilfeldig i kontakt med en lærerutdanner som underviser i matematikkdiraktikk på lærerutdanningen. Hun har 18 års erfaring med å undervise lærerstudenter, men har ingen erfaring med undervisning fra grunn- og videregående skole. Studentene som lærerutdanneren underviste var tredje- og noen var fjerdeårsstudenter med fordypning i matematikk. Til sammen var det 14 studenter i klassen. I masteravhandlingen valgte jeg å kalle lærerutdanneren for Nathalie, men både dette navnet og navnene på lærerstudenter er endret. Observasjonene<sup>36</sup> og intervjuene av denne lærerutdanneren foregikk i perioden høsten 2013 - våren 2014. Øktene varte fra kl.8:00 til 12:15. Siste gang jeg observerte lærerutdanneren var i mars 2014.

### IKT-redskaper

De IKT-artefaktene som jeg legger vekt på i min avhandling er video, PowerPoint-presentasjon og det matematiske programmet GeoGebra. Det er disse redskapene som ble brukt av lærerutdanneren, men hun har i tillegg benyttet seg av kritt og tavle. (GG) er et gratis, brukervennlig program som kan benyttes på flere operativsystemer og på alle klassetrinn i skolen. Programmet kan blant annet brukes innen geometri, algebra, statistikk og funksjoner. På nettsiden *geogebraTube.org* kan lærere få tilgang til ulike 3-D figurer, simuleringer og undervisningsopplegg som kan inngå i deres undervisning. De siste årene har (GG) fått stor utbredelse i Norge og brukes av mange grunn- og videregående skoler. (Kristensen, 2013, e-post<sup>37</sup>) Denne utviklingen har sammenheng med at digitale ferdigheter er likestilt med de andre fire grunnleggende ferdighetene i norsk skole (LK06) og at den nye eksamensordningen i matematikk stiller krav til obligatorisk bruk av digitale hjelpemidler på eksamen. (Udir, 2014) Video var brukt i to sammenhenger, den ene for å se i fellesskap en film om en erfaren lærers matematikkundervisning og den andre for å presentere og diskutere korte filmsnutter fra praksisøkten. Episoden jeg presenterer i analysedelen beskriver en situasjon der alle deltakerne så på en 19 minutters film<sup>38</sup> som var vist på en stor skjerm ved hjelp av en prosjektor som var koblet til en datamaskin. PowerPoint er et program utviklet av

---

<sup>36</sup> Til sammen har jeg gjennomført seks dager med observasjoner og tre intervjuer.

<sup>37</sup> Tor Espen Kristensen er en ressursperson for Norsk GeoGebra institutt, kursholder for (GG), e-post fra 25.03.2013, mer info <http://www.matematikkcenteret.no/content/2092/Tor-Espen-Kristensen>

<sup>38</sup> Film er tilgjengelig på nettstedet «skole i praksis» <http://www.skoleipraksis.no/matematikk-8-10/filmer/geogebra/>, som er utviklet av matematikkcenteret



Microsoft og var brukt i forbindelse med lærerutdannerens presentasjon av forelesninger.

## Observasjoner

«Observasjoner kan hjelpe forskeren til å fange opp både den sosiale og fysiske konteksten». (Postholm, 2010, s. 59) Selv om min undersøkelse baserer seg på de sosiale prosessene som verbale samtaler og kroppslig eller språklig respons fra studenter, blir det nødvendig å legge vekt på de fysiske aspektene i klasserommet som har betydning for de sosiale prosessene jeg forsker på. I dette tilfellet mener jeg tilgang på og plassering av nødvendig utstyr, plassering av pulter, belysning og liknende. Før observasjonene startet utarbeidet jeg noen hjelpespørsmål for at observasjonsprosessen skulle avgrenses og relateres mest mulig til det forskningsfeltet jeg valgte. Postholm (2010) deler disse spørsmålene i to, saksspørsmål og emnespørsmål. Saksspørsmål tar utgangspunkt i det begrepet eller fenomenet forskeren undersøker, mens emnespørsmål fokuserer på den informasjonen som kan hjelpe å beskrive fenomenet eller saken som det forskes på. I min undersøkelse benyttet jeg meg av både saks- og emnespørsmål.

Eksempel på spørsmål som jeg utarbeidet før observasjonene er følgende:

1. Har læreren tilgang på en datamaskin, prosjektor, andre verktøy? Hvor er disse plassert og er det lett for studentene å se det som kommer fram på lerretet eller tavla? Disse spørsmålene kan være viktige siden jeg undersøker IKT sin medierende rolle.
2. Har studentene tilgang på datamaskiner? Bruker de dem mens lærerutdanneren underviser? Hvordan og til hva brukes datamaskinene av studentene? Disse spørsmålene kan være viktige med tanke på selve læringsprosessen. Hvis for eksempel studentene holder på med andre ting mens lærerutdanneren underviser, kan det være vanskelig for henne å etablere dialog med studentene.
3. Hvordan organiseres selve undervisningen? Hvilken rolle har deltakerne? (Hvem har ordet? Er studentene passive eller deltakende?) Her blir det viktig å få med seg om lærerutdanneren overstyrer undervisningen eller om det er rom for studentdeltakelse, om læreren skriver eller snakker, bruker (PP) eller andre redskaper og metoder i undervisningen.
4. I hvilke sammenhenger bruker lærerutdanneren IKT?

I tillegg til hjelpespørsmål var det viktig å bestemme min rolle under observasjonene. Forskeren kan velge mellom fire ulike måter å observere på, fra å være «fullstendig deltaker til fullstendig observatør». (Gold, 1958 i Postholm, 2010, s.64) Jeg valgte en rolle som fullstendig observatør for å minst mulig påvirke de naturlige settingene i klasserommet. (Cohen et al. 2011) Her mener jeg at jeg ikke involverte meg direkte i

samhandlingene mellom lærerutdanneren og studentene og har kun vært til stede med et lite videokamera i hendene. Med tanke på at klasserommet var lite og trangt, kunne jeg ikke sitte slik at deltakerne jobbet «uforstyrret». Uansett hvor jeg befant meg med videokameraet var jeg godt synlig for studentene. Noen dager før observasjonene startet var jeg på et besøk hos de aktuelle deltakerne. Jeg presenterte meg for studentene, fortalte om formålet med undersøkelsen og avklarte min rolle under observasjonene. På denne måten forsøkte jeg å skape litt mer trygghet, selv om en ekstra person i klasserommet likevel kunne være forstyrrende.

Bruk av videokamera har likevel flere fordeler, eksempelvis skriver Yin (2011) at «the tapes capture both the actions and sounds of the classroom or work environments, enabling researchers to study instructional practices (in the classroom) or workers actions and interactions (in the workplace)». (s.173) I tillegg gir videoopptak mulighet til å spole fram og tilbake, sette på pause, se episodene om igjen og ikke minst kan de overnevnte egenskapene til videokamera føre til at flere detaljer, som forskeren ikke la merke til under observasjonene, dukket opp. (Bjørndal, 2011) I min studie var videoobservasjon en viktig metode for å fange deltakernes improvisatoriske samhandlinger, kroppsspråk, bruk av ulike artefakter, respons og reaksjoner.

## Intervju

Som jeg nevnte tidligere var observasjonene etterfulgt av intervju av lærerutdanneren. Kvalitative intervju er spesielt nyttige for å få tilgang til andres holdninger. Åpne og fleksible spørsmål kan gi mer gjennomtenkte svar enn spørsmål fra spørreskjema, og derfor gi bedre tilgang til respondentens tolkninger av hendelser, forståelse og opplevelse, med andre ord får man mer dybde innen feltet man undersøker. (Byrne 2004 i Silverman, 2006. s.114) I denne sammenhengen sier Bjørndal (2011) at intervjuet har «den fordelen at det gir mulighet til å få øye på detaljer som ellers kunne blitt oversett, og til å forstå den intervjuedes perspektiv på en bedre måte, sammenliknet med ensidig ytre observasjon». (s.95)

I min studie gjennomførte jeg intervjuer for å få dypere forståelse for lærerutdannerens valg i de observerte timene, samt for å få hennes oppfatning av ulike hendelser som hadde betydning for fenomenet jeg forsket på. Jeg valgte å benytte meg av semistrukturerte intervjuer som «kjennetegnes ved at man på forhånd har satt opp hovedspørsmål og saker eller tema, men uten å fastlegge i detalj spørsmålsformuleringer og rekkefølgen av spørsmålene». (Ryen, 2002, s.99) Denne type intervju var valgt fordi

den hjalp meg å fokusere på temaet jeg studerte, men ga likevel rom for informantens medvirkning. Spørsmålene var utarbeidet under observasjonene i forhold til ulike hendelser i klasserommet, og hjemme etter refleksjoner over de observerte øktene. Under intervjuene brukte jeg lydopptaker og transkriberte intervjuene i etterkant. Lydopptakeren var valgt fordi det var enklere å få med seg de viktige detaljene som var sagt under intervjuprosessen og for å ha øyekontakt med informanten samt vise oppmerksomhet overfor det hun fortalte om. (Kvale et al. 2009; Ryen, 2002; Postholm, 2010)

### Triangulering

I følge Grønmo (2004) innebærer triangulering bruk av ulike metoder og datainnsamlinger i en og samme studie. Begrepene som blir forsket på undersøkes fra ulike synsvinkler. (Grønmo, 2004) Cohen et al. (2011) deler trianguleringen i *time triangulation*, *space triangulation*, *combined levels of triangulation*, *theoretical triangulation*, *investigator triangulation* og *methodological triangulation*. (s.196) Jeg benytter meg av *methodological triangulation*, der jeg bruker observasjon og intervju på samme forskningsobjekt (lærerutdanneren) og triangulerer disse med funn fra litteratur-reviewen. Litteratur-reviewen, bedrer forståelsen for hvordan forskningslitteratur beskriver og diskuterer fenomenet improvisasjon i pedagogiske kontekster, siden dette begrepet ikke nevnes eksplisitt i styringsdokumenter rettet mot lærerutdanningen i forhold til fagene matematikk og matematikdidaktikk. Funn fra litteratur-reviewen er viktige for både å bedre min forståelse av fenomenet improvisasjon og for å sammenlikne mine funn fra observasjoner og intervjuer. Ved å triangulere intervjuene med observasjonene forstår jeg bedre lærerutdannerens oppfatning av ulike situasjoner og valg hun gjorde underveis i timene.

### Litteratur-review

Metoden for denne delen er beskrevet i kapitlet *litteratur-review*.

### Analyse

Kvalitative analyser starter allerede fra forskerens møte med relevant teori, observasjoner og intervju, men ifølge Postholm (2010) kan analysen som foregår underveis i prosessen separeres fra analysen av materialet som er samlet inn. Den kvalitative datainnsamlingen og analyseprosessen preges ofte av forskerens erfaringer,

oppfatninger og forforståelse av fenomenet som studeres. (Grimen, 2004; Postholm, 2010; Ryen 2002) I min studie har min forståelse av ulike begreper og teorier preget tolkningen av settinger jeg observerte. Denne forståelsen har jeg forsøkt å redegjøre for i de ulike delene av masteravhandlingen; *litteratur-review, teoretisk bakteppe og begrepsavklaring*, for at det skulle være enklere for leseren å danne et bilde av hva som preget min oppfatning av ulike situasjoner. Objektivitet har likevel vært viktig gjennom hele prosessen. Det at forskeren må være så objektiv som mulig er også understreket av Cohen et al. (2011) og Kvale et al. (2009). Selve analysen anbefales å gjennomføre i flere steg: transkribering av intervju og observasjoner, strukturering av data, koding, organisering, kategorisering, tolking av data og registrering av resultater. (Befring, 2007; Ryen, 2002; Postholm, 2010)

Jeg har valgt å transkribere data ved hjelp av programmet *Express Scribe Pro* som forenkler transkriberingsprosessen ved hjelp av ulike funksjoner: avspilling med forskjellig hastighet, multikanal-kontroll, avspilling av video og fil-behandling. (NCH Software, 2013) I tillegg er det mulig å kontrollere volumet for avspilling og redusere støy. Den transkriberte teksten er skrevet på bokmål, selv om lærerutdanneren og studentene snakket på dialekt. Etter min mening har ikke dette valget endret resultatene av forskningen med tanke på problemstillingen for denne avhandlingen. Derimot la jeg vekt på ulike valg som var tatt av deltakerne i ulike kontekster, og også deres kroppsspråk og mimikk siden dette var med på å tydeliggjøre både lærerutdannerens improvisasjon og studentenes respons på undervisningen. De transkriberte dataene var skrevet ut, kodet og kategorisert. I denne sammenhengen valgte jeg å benytte meg av såkalt «meningskoding» og «meningsfortetting». (Kvale et al. 2009 s. 208-213) «Meningsfortetting» går ut på å korte ned lange avsnitt slik at «den umiddelbare mening i det som er sagt, gjengis med få ord». (Kvale, 2009. s.212) Koding hjelper forskeren å sette merkelapp (nøkkelord) på setninger eller avsnitt for å kunne enklere gjenkjenne dem senere. Kategorisering går ut på å sortere data etter en viss likhet eller mening. (Kvale et al. 2009; Silverman, 2006) For eksempel plasserte jeg alle setninger eller avsnitt som inneholdt kjennetegn på samspillet mellom studentene og lærerutdanneren i samme kategori, som jeg kalte for *samhandling L-S*. *Samhandling L-S* delte jeg inn i underkategoriene *verbal kommunikasjon L-S, kroppsspråk og improvisatorisk samhandling*. Disse ble videre delt i kategoriene *psykologiske artefakter, (GG), (PP), video og kritt*. Denne metoden for analyse av kvalitative data gir bedre oversikt over materialet og samtidig reduserer det. (Kvale, 2009)

Under tolkningen av det sorterte datamaterialet benyttet jeg meg av en hermeneutisk-fenomenologisk tilnærming. Jeg tok utgangspunkt i informantens refleksjoner, utsagn og meninger (fenomenologisk tilnærming), men la likevel vekt på fortolkningen av de transkriberte tekstene ut i fra mitt teoretiske ståsted. (Kvale et al. 2009) Vandring mellom disse to tilnærmingene var etter min mening med på å skape en dypere forståelse for fenomenene jeg studerte.

I analysedelen av min avhandling presenterer jeg eksempler fra ulike settinger, observert på ulike tidspunkter mellom høsten 2013 og våren 2014. Dette valget begrunnes med mitt ønske om å tydeliggjøre bruken av artefakter i ulike kontekster og for å få fram den medierende rollen de hadde i disse sammenhengene. Selv om jeg studerer lærerutdannerens valg, handlinger og bruk av artefakter, med vekt på (GG), (PP) og video, har jeg likevel valgt å ta med en del av studentenes kommentarer, spørsmål og beskrive atmosfæren i klasserommet. Dette er gjort for å skape helhet og fordi lærerutdannerens handlinger er bundet og påvirket av konteksten, og i forhold til min problemstilling har det liten verdi å se på lærerutdanneren separat fra de ulike settingene. Støtte til dette valget finner jeg hos både Cohen et al. (2011) og Säljö (2001).

### Etiske betraktninger

Før jeg begynte med intervjuene og observasjonene ga jeg en grundig forklaring rundt forskningsprosjektet til alle informantene. Siden jeg brukte videokamera var det viktig å spørre alle aktørene om de ønsket å delta i prosjektet og bli filmet over en viss tidsperiode. Alle deltakerne skrev under på skjemaene hvor det både sto informasjon om studien, redegjørelse av deres roller og annen nødvendig informasjon. Dette er påkrevd ved gjennomføring av slike studier. (Forskningsetiske komiteer. 2014) Min undersøkelse inngår i IMTE-prosjektets datainnsamling og analyse og jeg har derfor brukt IMTEs godkjente skjemaer og av den grunn trengte jeg ikke å sende meldeskjemaet til NSD. Lærerutdanneren fikk tilbud om å lese/høre gjennom alle intervjuene og hun var klar over at disse skulle bli fortolket i forhold til data fra observasjonene og relevant teori. For å bevare anonymiteten til mine informanter nevner jeg verken navnet på høgsolen jeg forsket på eller høgsolens geografisk plassering og alle navnene jeg bruker i analysedelen er fiktive. Videoopptak, lydopptak og transkribert datamateriale blir behandlet i samsvar med informasjonen på samtykkeskjemaet, vedlegg 1, som deltakerne skrev under på.

## Reliabilitet og validitet

Reliabilitet blir ofte erstattet med begrepene *pålitelighet* eller *troverdighet* når vi snakker om kvalitativ forskning. Dette har sammenheng med at reliabilitet handler om at andre kan komme til samme eller liknende resultater ved å etterprøve målingene eller metodene som er brukt i undersøkelsen. I kvalitativ forskning er det vanskelig å gjenoppleve observasjoner og intervjuer i pedagogiske kontekster siden disse ofte er unike og avhengige av et komplekst forhold mellom ulike aktører, atmosfæren rundt disse og artefaktene som blir brukt. Eksempelvis kan man nevne intervjuprosessen der informanten ofte er uforberedt på spørsmålene som skal stilles og svarer spontant. Hvis man skulle intervju den samme personen på nytt om for eksempel en eller to uker er det usikkert om denne personen gir nøyaktig de samme svarene. (Kvale et al. 2009; Cohen et al. 2011; Bjørndal, 2011) For at resultatene skal være troverdige legges fokuset på at fortolkningen av datamaterialet må være i samsvar med analysen og i tillegg må undersøkelsen være konsekvent gjennomført. (Silverman, 2006; Kvale et al. 2009; Postholm, 2010) Videre er det viktig at forskeren argumenterer for og forklarer framgangsmåten for studien. Kvale og Brinkmann poengterer dessuten at transkriberingsprosessen også må være så nøyaktig som mulig for å kunne styrke reliabiliteten. Et komma eller punktum kan skape ulike meninger i den nedskrevne teksten og svekker på denne måten troverdigheten. (Kvale et al. 2009)

Validitet blir ofte erstattet med begrepet *bekreftbarhet* i kvalitativ forskning. Det viser oss «i hvilken grad en metode undersøker det den er ment å undersøke». (Kvale et al. 2009. s. 251) Eller «i hvilken grad våre observasjoner faktisk reflekterer de fenomenene eller variablene som vi ønsker å vite noe om». (Pervin, 1984 i Kvale et al. s. 251) Derfor er det viktig å definere begrepene så grundig som mulig og kontrollere at innsamlet data og analysen står i samsvar med de begrepene som man ønsker å studere. Ifølge Cohen et al. (2011) er det også viktig at forskeren beskriver hele undersøkelsen så grundig som mulig og gir rike beskrivelser fra forskningsfeltet slik at leseren på en måte kan gjenoppleve selve forskningsprosessen. Videre nevnes det at forskeren bør bruke informantens egne begreper og få fram prosessen og viktige detaljer som ligger bak deltakernes handlinger. (Cohen et al. 2011)

I forhold til trianguleringsmetoden nevnes det at «triangulation is a powerful way of demonstrating concurrent validity, particularly in qualitative research». (Cohen et al. 2011, s. 195) Hvis ulike metoder viser høyt samsvar i forhold til datamateriale som

handler om samme fenomen, øker det sannsynligheten for at resultatene er valide. Hvis ulike metoder gir avvik i resultatene bør ikke dette nødvendigvis betraktes som noe negativt, men kan føre til dannelse av nye teorier eller definisjoner. (Cohen et al. 2011)

### Den valgte metodens begrensninger

Den kvalitative metoden gir «et stort spillerom for forskerens dømmekraft og vurderingsevne». (Grimen, 2004. s. 248) Her er det ikke statistiske resultater og tall som gir grunnlag for funn og konklusjoner, men forskerens valg, vurdering og tolkning av data. Vanligvis har forskere ulike typer data (intervju med ulike personer, observasjoner, osv.) og må selv trekke ut det som er grunnleggende for forskningsfeltet og ta stilling til hvordan disse dataene forholder seg til hverandre. (Grimen, 2004) Det er også vanskelig for kvalitative forskere å være hundre prosent objektive. Deres forforståelse av teori og begreper, erfaringer, holdninger og hypoteser kan spille en viss rolle under observasjoner, intervjuer og analysen av datamaterialet. (Postholm, 2010) Bruk av video under observasjoner kan også påvirke resultatene. Som jeg nevnte tidligere foregikk de observerte undervisningene på et lite klasserom og jeg var veldig synlig med mitt videokamera i hendene. Dette er et fremmedobjekt i klasserommet og kan ha påvirket relasjonene mellom aktører eller deres vilje til å delta i samhandlinger. (Cohen et al. 2011) Personlig mener jeg at studentene ble fort vant til videokameraet og selv bekreftet de at det ikke hadde stor innvirkning på dem. Også Bjørndal (2002) skriver at «studier av opptak har vist at de observerte over tid ofte vier kameraet lite oppmerksomhet, og at tilvenningen ofte skjer overraskende raskt». (s.81) I forhold til studier på improvisasjon, nevner Cunha (2004) at fenomenet er vanskelig å studere fordi forskeren ikke kan forutse når og hvordan respondenten vil gjennomføre denne handlingen. Improvisatoriske handlinger har dessuten en kort varighet, ifølge Cunha. I denne sammenhengen har litteratur-reviewen vært til hjelp for å gi meg den nødvendige forståelsen av hva som kjennetegner fenomenet og Kharkin`s (1992) grundige beskrivelse av lærere som improviserer har også vært til stor hjelp for meg som observatør. Videoopptakene ga meg dessuten mulighet til å spole fram og tilbake, samt se episodene om igjen.

### Reliabilitet og validitet i min studie

I min avhandling forsøker jeg å gi mest mulig informasjon om forskningsprosessen, informantenes handlinger og ulike kontekstuelle settinger under observasjonene. I

tillegg tydeliggjør jeg min rolle i undersøkelsesprosessen. I forhold til min hovedproblemstilling er det viktig med en virkelighetsnær beskrivelse av tonefallet til deltakerne, deres mimikk og kroppsspråk, men riktig beskrivelse av lærerutdannerens valg, hennes dialog med studentene og bruken av fysiske artefakter har også stor betydning for resultatene. Selv om jeg legger vekt på lærerutdanneren i min studie er det essensielt å se på hennes valg, handlinger, reaksjoner og andre ytringer i forhold til konteksten de foregår i, fordi klasseromsrelasjoner skapes gjennom samspillet mellom alle aktørene som er til stede, og atmosfæren eller miljøet rundt dem. (Säljö. 2001)

Derfor valgte jeg å ta med utfyllende episoder i analysedelen. Jeg er også klar over at de transkriberte tekstene ikke kan gjengi alle nyansene fra klasserommet, men jeg forsøker å skape den riktige klasseromsatmosfæren ved å kommentere deltakernes tonefall, kroppsspråk eller mimikk. Semistrukturerte intervjuer med lærerutdanneren er til hjelp for å få hennes forståelse av situasjoner og handlinger i ulike klasseromssettinger. Vi har også avklart betydningen av ulike begreper (improvisasjon, matematiske samtaler, digitale artefakter) under vårt første intervju. Jeg føler at lærerutdanneren var oppriktig og svarte ærlig på mine spørsmål i alle intervjuene. Jeg hadde ingen spørsmål som informanten kunne svare «ja» eller «nei» på og bruk av lydopptaker hjalp meg å samtale med Nathalie på en mer naturlig måte enn hvis jeg skulle notere underveis. Opptakene spilte også en viktig rolle under analyseprosessen siden jeg kunne høre på intervjuene i etterkant, spole fram og tilbake og sette på pause.

### Generalisering

Den empiriske delen av masteroppgaven er en kvalitativ studie med et svært avgrenset utvalg. Det er derfor ikke mulig å generalisere mine funn utover den aktuelle konteksten. Jeg mener likevel at funnene, sett i lys av oppgavens teoretiske refleksjoner, er av en slik karakter at de vil kunne bidra som viktige nye kunnskapselementer i den pedagogiske diskusjonen på det aktuelle feltet.

### Analyse av data

For å gi bedre forståelse av det analyserte datamaterialet, vil jeg kort gjøre rede for bakgrunnen til data som ble analysert. Øktene jeg observerte foregikk i et lite klasserom med krittavle, prosjektor som kobles til lærerutdannerens pc og pultene som sto på rekke og rad der to eller tre studenter kunne sitte sammen. Alle studentene hadde egne datamaskiner, men de ble lite brukt i faglige sammenhenger. Lærerutdanneren sto



framme mens hun underviste, men gikk også rundt for å se hvordan studentene jobbet og for å hjelpe de som trengte det. Første observasjon av Nathalie fant sted i oktober 2013. Denne dagen skulle studentene gjennomføre noe som ble kalt «øvingsarena». Noen av studentene skulle innta lærerrollen, mens andre hadde rolle som elever og noen var observatører og noterte det de så. I denne øvelsen deltok både lærerstudentene som valgte fordypning i matematikk og de som valgte fordypning i norsk. Neste observasjonsdag var i slutten av november. Lærerutdanneren og studentene skulle forberede seg til kommende eksamen og øktene var brukt til gjennomgang av tidligere gitte eksamensoppgaver. Siste gang jeg observerte lærerutdanneren var i mars 2014. Studentene jobbet da med utarbeidelse av undervisningsopplegg i emnet geometri med varighet på én eller to skoletimer, som skulle prøves ut på ulike ungdomskoler i området. Fokuset skulle legges på matematiske samtaler, men (GG) skulle også benyttes i disse undervisningsoppleggene. I tillegg skulle de filme hverandres undervisning på de tildelte ungdomsskolene. Under forberedelsestimene på høyskolen så de en film som viste en erfaren matematikklærer som presenterte utforskende oppgaver i emnet geometri, der programmet (GG) var benyttet. Etterpå gjennomgikk Nathalie strategier, valg og selve undervisningen til denne læreren i fellesskap med studentene. Videre jobbet studentene på egen hånd med utforskende oppgaver, der de brukte (GG). I masteroppgaven valgte jeg bort de øktene som var kalt «øvingsarena» og de øktene som var observert på ungdomsskolen. Valget begrunnes med formuleringen av problemstillingen og omfanget av denne oppgaven.

I de observerte timene benyttet Nathalie seg hovedsakelig av kritt og tavle, (PP) og prosjektor. I noen av øktene var video og (GG) benyttet. For å kunne tydeliggjøre artefaktens medierende rolle i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanneren og studentene der matematiske samtaler er i fokus, valgte jeg å presentere eksempler fra ni ulike pedagogiske settinger og analysere disse i lys av teorier om improvisasjon, dialog, medierende artefakter i undervisningen, Goos et al. (2000) sin teori om teknologiens fire roller og teorien om artefakter som instrumenter. (Drijvers et al. 2008, 2010)

### Eksempel 1. Posisjonssystem

Her vil jeg presentere to eksempler fra mine fire observasjonsøkter på 45 minutter der studentene forberedte seg til eksamen. Nathalie hadde ingen digitale hjelpemidler i løpet av disse timene. De artefaktene hun benyttet seg av var kritt og tavle. Disse artefaktene

fungerte som et viktig hjelpemiddel for Nathalie og hjalp henne å visualisere, men også formidle, matematiske begreper, løsninger på oppgaver og bidro også til at hun fikk innspill fra studentene.

Gjennomgang av ulike tallsystemer på tavla:

*N (...). Husker dere Mayaindianerne? De hadde ett siffer for 0, 1 og 5. (...) Én er jo ganske greit for vi må kunne telle på et vis, men hva er det mayaene gjorde som er forskjellig fra det vi gjør i vårt tallsystem der vi har mange ulike siffer? (...)*

Studentene snakker litt stille med hverandre.

*N: Maya-indianerne hadde 20-tallssystem. De brukte skjellet, de brukte pinne også brukte de en stein. Også laget de gjerne sånne etasjer. (...) I første etasjen hadde de ener-plassen, så tjuere også? (hun venter og prøver å få studentene med, men ingen svarer, de hvisker noe, men er usikre) Hva? Hva sier dere? (Snakker smilende, med mild stemme) Tar dere sjansen på å prøve å hive ut et svar?*

*Lisa: 400*

*N: 400, ja. Hvorfor 400?*

*Lisa: 20×20, eller noe sånn*

(fortsettelse under)



figur1, 20-tallsystem

Her ser jeg at når Nathalie er i samtale med sine studenter, skjer improviseringen av seg selv som en naturlig del av hennes måte å undervise på. Da hun ikke fikk svar på spørsmålet om hva mayaindianerne gjorde, men hørte hviskingen i klasserommet, reagerte hun med å spørre smilende om noen kunne tørre å hive ut svaret. Denne handlingen betrakter jeg som improvisatorisk. I dette tilfellet hjalp improvisasjon henne å få studentene med i samtalen.

*N: (...) ja. Er ikke sånn det bygd opp da? (...) Hvordan kan man skrive et tall i ti tallssystem om til 20-tallssystem?*

Studentene hvisker litt, noen begynner å bla i boka. Men ingen svarer. Nathalie begynner å forklare. Hun skriver ikke alt ned, men stiller litt ledende spørsmål for å få studentene til å svare. (Tallet som drøftes er 197)

*N: Hvor mange 400-ere har vi?*

*Studentene (flere som svarer det sammen): Ingen*

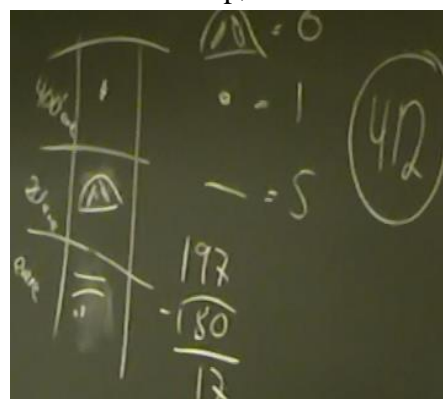
Dialogen fortsetter videre. Når oppgaven er løst ferdig, kommer plutselig et overraskende spørsmål fra Lisa.

*Lisa: Men hvor har de brukt skjellene, da?*

*N: Hvor har de brukt skjellene?*

*Lisa: De kunne satt skjellene på 400-de.*

*N (nøler litt): Det kunne de ha gjort. (...)*



figur2, 412 i 20-tallsystem

Så snakker Lisa og Vera som sitter ved siden av hverandre. De er uenige om bruken av null og skjell. Heidi sier at de ikke kan bruke skjell på plassen til 400 og prøver å forklare hvorfor hun mener det. Nathalie overhører denne samtalen og uten å si noe presenterer hun tallet 412(ti-tallsystem) i 20-tallsystemet.

Lisa og Vera fortsetter å snakke om skjellene og involverer den nye framstillingen til Nathalie i dialog.

(fortsettelse under)

Her ser jeg at spørsmålet til Lisa om hvor mayaene brukte skjellene overrasket Nathalie litt, og førte til at hun valgte å improvisere. Men for henne er slike situasjoner en naturlig del av undervisningen fordi hun bygger disse på studentdeltakelse. Dette er i tråd med funnene fra litteratur-reviewen og studiene til forskerne jeg presenterte i kapitlet *tidligere forskning*. (Rangnes, 2012; Nilssen, 1996; Streitlien, 2006; Sawyer, 2004; Loveless, 2007) Nathalie valgte ikke å avbryte dialogen mellom Lisa og Vera, men å gi et illustrerende eksempel med et annet tall (412 som skulle gjøres om til 20-tallsystem) Studentene la merke til denne framstillingen og involverte denne i sin diskusjon om skjellene. Karlsen (2006) beskriver en slik handling på følgende måte: «improvisasjon er helt avgjørende for at vi kan åpne for den andre – egentlig er for eksempel all dialog improvisasjon». (s.242) Selv om jeg er enig med Karlsen at dialogiske samhandlinger, slik jeg definerte dem tidligere i avhandlingen, ikke kan sees separat fra fenomenet improvisasjon, vil jeg likevel tilføye at trygghet og tillit er også viktige faktorer for at improvisatoriske handlinger som blir utført av læreren fører til at studentene tør å delta, si sin mening, komme med forslag eller kommentarer. Dette kommer også fram av studiene til Nyheim (2010) og Berk et al. (2009). Samtalen mellom Vera og Lisa kunne virke forstyrrende for andre studenter, men Nathalie lot likevel jentene snakke ferdig. Etter min mening førte denne «forstyrrende samtalen» til at flere studenter ble involvert, de lyttet til denne, så på illustrasjonen på tavla og hvasket sammen. I følge Sidorkin (1999), men også Bakhtin (2004/1953), kan en slik form for undervisning føre til at meninger dannes i fellesskap når ulike oppfatninger, misforståelser og forslag møtes og konfronteres.

*Lisa: (ser på framstillingene til Nathalie på tavla) Å ja, du skriver null på tjuerne-plass? Men hvorfor skriver du ikke null på 400-de da? (mener oppgaven der tallet 197 skal skrives i 20-tallsystemet)*

*N: Det er et viktig didaktisk spørsmål fordi mange elever sier akkurat det samme. Når vi skriver det i vårt 10-tallsystem. Når vi har enere, tiere, hundrede og hvis vi ikke har hundrede hvorfor setter vi ikke null? Hvorfor er det så viktig at vi setter null her? (peker mot tallet 197) Vi kunne ha satt null her ( på plassen til 400) men vi har på en måte en avtale på det at vi viser siffer så høyt opp det kommer og når vi har da det*

*høyeste så ligger det implisitt at resten oppover her er ingen. (...) Mens her er null vesentlig. Hvorfor må vi ha null her?*

*Per: Den angir verdier.*

*N: Men hvorfor må vi ha den? (...)*

*En student: Fordi vi må skrive på hver plass*

*N: Hva er det vi prøver å unngå da? Hva er det som er problemet?*

*En student: Vi får et annet tall.*

*N: Hvis vi ikke markerer tomme plasser, så kan det her få tvetydighet i seg, ikke sant? Vi er ikke sikre på plasseringen eller hva verdien til sifrene er. Derfor må vi markere de tomme plassene. Så hvis det ikke er noen null her, så betyr det at det ikke er noe imellom. Er det noe imellom, så må vi markere. Vi sikrer at alle forstår verdiene når vi skriver på den måten vi gjør. (studentene nikker bekreftende)*

Episoden viser at studentenes svar er korte, men de forsøker både å diskutere matematiske problemer med hverandre, kommer med kommentarer til Nathalies undervisning og spør henne mens hun forklarer. Hun forsøker både å forklare det rent matematiske med oppgavene, men setter også denne i elevenes perspektiv og gir didaktiske tips. I rammeplanen står det nedfelt at det ikke bare er ren matematisk kompetanse lærerstudenter skal tilegne seg under utdanningen, men undervisningskunnskap må også være i fokus. (Kunnskapsdepartementet. 2010a) Nathalies undervisning bygger på studentdeltakelse som også er med på å styrke deres kommunikasjonskompetanse. (Niss et al. 2002) De lærer å snakke matematikk, de prøver å analysere hverandres utsagn, i dette tilfellet ubevisst, (eksempel med Lisa og Vera når de diskuterer hvor man kan bruke skjellene). Matematiske samtaler der studentene lytter til hverandres og lærerutdanneres ideer og utsagn og diskuterer sammen er viktige for å skape matematisk, og i dette tilfellet, didaktisk forståelse i fellesskap. (Johnsen-Høines et al. 2012) Videoopptak fra observasjonsdagen viser også at studentene er engasjerte i Nathalies undervisning og responderer ved å nikke, de ser fram mot tavla og Nathalie, blikkene deres er løftet opp og hele kroppsspråket signaliserer at de forstår det hun formidler om 20-tallssystemet.

*Eksempel 1* viser også at Nathalie forklarer tallsystem og bruker kritt for å tydeliggjøre det hun sier. Selv om jeg studerer IKT sin medierende rolle, mener jeg at det er viktig å trekke fram andre artefakter og vise hvordan de medierer budskapet i undervisningskontekster slik at det blir enklere å forstå den medierende rollen som IKT-redskapene har. Kritt er til stor hjelp for Nathalie og hennes studenter som følger med på det hun skriver på tavla. De responderer på hennes tegninger og i fellesskap klarer de

å løse og forstå et matematisk problem. Tegningene, tabellene og illustrasjonene laget med kritt medierer, etter min mening, matematiske sammenhenger på en forståelig og tydelig måte. Kritt og tavle brukes sammen med psykologiske redskaper og fungerer som et bindeledd mellom hennes tanker og tale, men også mellom henne og studentene som responderer på hennes tegninger og tilhørende forklaringer til disse tegningene. Improviseringen skjer, etter min mening og oppfatning av denne episoden, som en naturlig del av Nathalies undervisningsform. En slik meningsfylt bruk av verktøyet peker på at denne artefakten er blitt et instrument for lærerutdanneren. (Drijvers et al. 2008)

### Eksempel 2. Romerske tall

Nathalie og studentene går over på andre tallsystemer.



figur3,romersk og 10-tallsystem

*Lisa: I romerske tallsystem hvis du plasserer én på venstre side, så er det minus og hvis du plasserer på høyre side så er det pluss. Du må jo tenke på hvor du plasserer én-tallet og derfor mener jeg at det på en måte er som posisjonssystem. Studentene begynner å hviske med hverandre, det oppstår livlige diskusjoner mellom studentene og flere er uenige med Lisa.*

*N: Hva tenker dere om det? (skriver tallene 4 og 6 ved bruk av romerske siffer)*

*Per: Det betyr ikke det samme.*

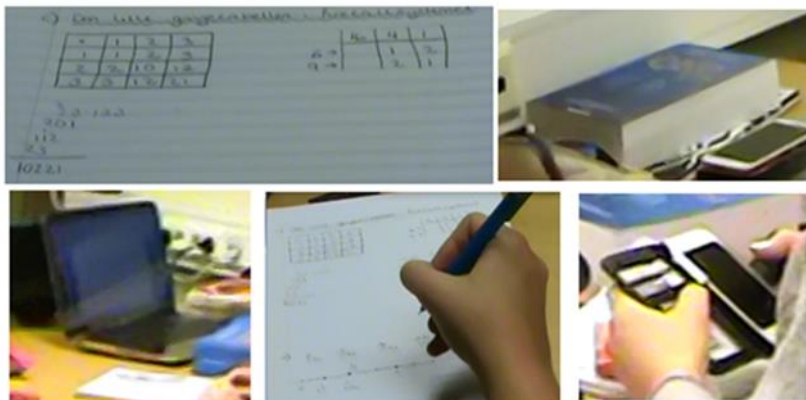
*N: Hva er det som ikke er det samme? Sifrenes verdi som ikke er den samme eller tallet som ikke er det samme?*

*Rita: Tallet*

*N: Ok. Mens i posisjonssystem hvis jeg bytter (skriver 12 og 21 i vårt tallsystem) (venter på svaret fra studenter) Flere involverer seg i dialogen. Det kommer ulike forslag. Framstillingen til Nathalie brukes i diskusjonen mellom studentene.*

Dette eksemplet kan relateres til samhandlingen som Vygotskij foreslår i arbeidet innen den nærmeste utviklingssonen. Når lærerutdanneren inviterer studentene til deltakelse og får dem til å analysere hverandres forslag samt reflektere over det andre i klassen foreslår eller mener, utfordrer de hverandre slik at de strekker seg videre, åpner for det potensialet som ligger skjult. Eksempelet viser også at Nathalie klarer å engasjere studentene i diskusjonen om forskjellen mellom det romerske tallsystemet og vårt tallsystem. De tør å si noe feil, det føles som at de stoler på henne. Nathalie snakker tydelig, kroppsspråket avslører faglig trygghet. Også i denne episoden ser jeg at lærerutdannerens tanker og tale brukes i samspill med de fysiske artefaktene kritt og

tavle. Det som blir illustrert ved hjelp av disse artefaktene virker etter formål i forhold til det Nathalie prøver å formidle. Det er eksempelvis gjennom bruken av disse redskapene at Nathalie klarer å dra studentene inn i en matematisk samtale. Hver gang hun peker på noe på tavla eller skriver, så ser jeg på studentenes reaksjon (noen rekker opp handen, andre begynner å snakke med sidemannen, noen sier høyt det de tenker på og andre bruker kroppsspråk; nikker eller løfter blikkene) at kritt i samspill med tale vekker deres engasjement. Ved å sammenlikne disse funnene med funnene til Breive (2013), som fant ut at lærerens bruk av artefakter ikke alltid virker etter tenkt formål, vil jeg hevde at Nathalies bruk av kritt og tavle medierer budskapet på en tydelig og betydningsfull måte. Studentene bruker for det meste penn/blyant og papir når de arbeider med oppgavene, telefonene blir brukt i stedet for kalkulatorer. Alle studentene



figur4, studentenes bruk av artefakter

har datamaskin, men disse blir ikke brukt i forbindelse med oppgaveløsning. En mulig forklaring på dette, som jeg også senere observerer ved flere anledninger, er at

Nathalies trygghet i forhold til bruk av kritt og tavle «smitter over» på hennes studenter. De foretrekker liknende redskaper som Nathalie bruker, både i oppgaveløsningen i vanlige timer, men også når de utarbeider undervisningsopplegg (aktiviteten «øvingsarena»).

Det at Nathalie foretrekker å bruke kritt og tavle framfor eksempelvis digitale artefakter kommer også fram under oppfølgingsintervjuet.

*N: (...) jeg, liker å bruke tavla mye, jeg synes at tavla er viktig å bruke fordi at det å få det opp, få det i fellesskap, få synliggjort slik at alle kan få se på og diskutere. (...) Så jeg bruker tavla mye, det gjør jeg. Jeg har nok ikke kommet i dag, sånn som i forhold til posisjoner, jeg satte det opp i system slik at de kunne skrive det ned. Ellers så kan jeg nok være en mer muntlig type som ikke skriver alt (...).*

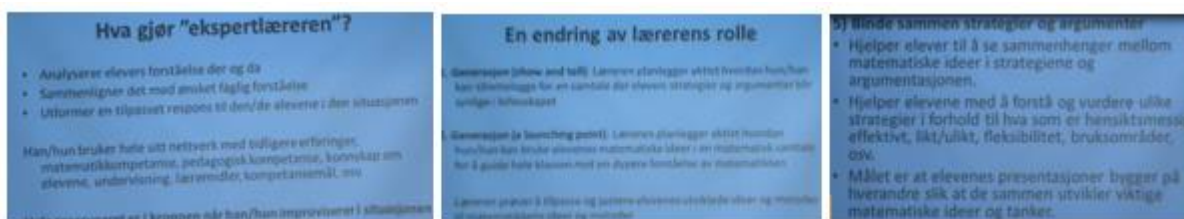
Dette er i samsvar med Drijvers (2008) forståelse av artefakter som instrumenter. En artefakt, i dette tilfellet kritt og tavle, kan sammenliknes med et instrument fordi det foregår et meningsfylt samspill mellom lærerutdanneren og artefakten. I denne sammenhengen får artefakten sin medierende verdi, slik at den er til stor hjelp for at

studentene danner sin forståelse i forhold til ulike posisjonssystemer og for å involvere dem i en matematisk samtale. Her vil jeg også tillate meg å bruke Goos et al. (2000) sin formulering i forhold til den «høyeste rollen» som digitale verktøy kan spille i lærerens undervisning, nemlig *technology as extension of self*. Her er det kritt som fungerer som forlengelsen av Nathalie's hand eller tale. Hun er dyktig i sin bruk av dette verktøyet, hun tegner, skriver, systematiserer og får plass til veldig mye på en tavle som ikke er så særlig stor.

Men selv om Nathalie foretrekker tavle og kritt bruker hun også andre artefakter i sine undervisninger. På vårsemesteret, da jeg observerte henne i tre dager, benyttet hun seg av både prosjektor (i alle disse dagene), (GG) og video (film med varighet på 19 minutter). Prosjektoren var koblet til Nathalie sin pc og (PP) var benyttet som presentasjonsverktøy. Prosjektor og (PP) var brukt i sammenheng med forelesninger. Under vil jeg presentere episoden der Nathalie foreleste om hvordan man skal lede en matematisk samtale.

### Eksempel 3. Bruk av PowerPoint

Alle lysbildene var like med hvit bakgrunn og veldig mye tekst. Mest sannsynlig var tanken bak dette at studentene kunne bruke disse presentasjonene i forberedelsen til praksis og eksamen. Jeg vet at Nathalie pleide å legge ut alle presentasjonene og andre nødvendige filer på Fronter, som er det LMS-et de bruker på denne høgskolen.



figur5, 3 skjermbilder fra (PP)-undervisning

Mens Nathalie brukte (PP) til å forelese om matematiske samtaler, satt studentene stille og lyttet til henne samtidig som de gjorde andre ting. En student noterte fra (PP), noen brukte mobil, andre var på facebook eller gjennomførte noen beregninger på Excel, også er det noen som bare satt og lyttet uten å ha noe utstyr på pulen. Det er vanskelig å avgjøre om forelesningen var produktiv for studentene fordi denne 45-minutters timen ikke la så mye vekt på studentdeltakelse og dialog. Nathalie sin forelesning med (PP) bar preg av en tradisjonell undervisningsform som jeg beskrev tidligere i masteroppgaven. Hun leste ikke av selve presentasjonen, men snakket rundt det som sto på lysbildene og iblant pekte hun på noen viktige begreper. Det var kun

skrivefunksjonen til (PP) som var benyttet i utarbeidelsen av presentasjonene jeg observerte. (PP) har mange innebygde funksjoner; mulighet til å sette inn hyperkoblinger, bilder, lyd og video, og mulighet til kun å vise noen stikkord og holde notatene separat fra det som vises fram. Når studentene uansett får (PP)-filen på LMS kunne man utarbeide presentasjonen slik at viktige punkter vises for publikum mens notatene er skjult og vises kun når studentene åpner dem på sine datamaskiner. Nathalie hadde heller ikke fjernkontroll som kunne hjelpe henne med å bla gjennom lysbildene og peke på ulike begreper uten å måtte gå fysisk til datamaskinen. Ved å bruke en slik fjernkontroll kan læreren bevege seg fritt i rommet og ha eksempelvis mer kontroll på hva studentene gjør. Under forelesningene der (PP) og prosjektor var benyttet klarte jeg ikke å observere artefaktenes medierende rolle, med andre ord verken utfylte eller illustrerte artefakten (PP) noe av det som var forelest av Nathalie. Her kunne studentene velge å enten lese det som sto på (PP) eller å høre på lærerutdannerens foredrag. Det var ikke direkte samhandling mellom denne artefakten og Nathalies tale. Goos et al. (2000) kaller en slik bruk av teknologi, eller rollen teknologi har i lærerens undervisning, for *technology as servant* som peker på en noe fortrolig bruk av teknologi som likevel begrenses til å støtte allerede etablerte undervisningsmetoder. I dette tilfellet sparte lærerutdanneren tid fordi hun ikke trengte å skrive på tavla. Alt som studentene trengte sto på en (PP)-presentasjon som var forberedt på forhånd. De andre undervisningsøktene der Nathalie brukte (PP) liknet på den jeg presenterte her, derfor velger jeg å ikke gi flere eksempler med bruk av (PP).

#### Eksempel 4. Videofilm med erfaren matematikklærer

I en av timene så studentene og Nathalie en film om undervisningen til en erfaren matematikklærer. Filmen var vist på lerretet ved hjelp av prosjektor. Læreren fra filmen brukte (GG) i utforskende matematiske aktiviteter og etablerte matematiske samtaler med elevene. Filmen var veldig relevant for Nathalies studenter med tanke på at de skulle utarbeide et undervisningsopplegg der både (GG) og matematiske samtaler var i fokus. Opplegget skulle så praktiseres på ungdomsskolen. Før filmen startet fikk studentene beskjed om å følge med og ha i bakhodet «5 steg» til Stein og Drageset (vedlegg 4). (Stegene kan fungere som mal på hvordan man forbereder og gjennomfører undervisning der matematiske samtaler er i fokus) Filmen varte i 19 minutter og vi så på denne uavbrutt. Etter at den var ferdig, fjernet Nathalie den åpnede nettsiden med filmen fra skjermen og åpnet ingen andre dokumenter eller programmer.



Ifølge Sidorkin kan det å se film sammen betraktes som en monologisk handling, men den er likevel viktig med tanke på at studentene lytter sammen, danner ulike meninger og oppfatninger som senere kan gi grunnlag for dialogiske samhandlinger.

*N: Dere kan jobbe litt sammen et par minutter, tenke litt gjennom hva kan dere kjenne igjen av stegene og måten en lærer tenker på og hvordan man forbereder en sånn type samtale, prøv å se hva det var som skjedde i den filmen, snakk litt sammen. (...) Var det noe han sa i forhold til forberedelse, det å forutse, innhente, identifisere, velge ut, rekkefølger og det å se sammenhenger, osv. Det kunne vært bra om dere kunne komme med noen eksempler.*

*Studentene:* Ikke alle snakker om det de skal, men noen diskuterer filmen. Etter noen minutter merker Nathalie at mange av studentene snakker om noe helt annet.

*N: Jeg hører at diskusjon går i helt andre retninger her. (snakker smilende)*

Her mener jeg at Nathalie bruker improvisasjon for å etablere ro i klasserommet.

Diskusjonene som går feil retning må stoppes. Hun er ikke sint, men klarer likevel å få oppmerksomhet fra studentene. Kharkin (1992) har presisert at i pedagogiske kontekster blir lærerens oppgave både å gå gjennom de planlagte målene for timene, hjelpe studentene å utvide sine kunnskaper i samhold med rammeplaner, forberede dem til eksamen og sørge for at det er en atmosfære som gir arbeidsro for alle deltakerne.

Derfor mener jeg at også denne type improvisasjon er viktig i klasseromskontekster.

Videre snakker Nathalie og hennes studenter om det første steget til læreren fra filmen, så om oppgaven han ga til elevene og valget av programmet (GG). Studentene er mindre deltakende denne gangen, men noen forsøker likevel å svare og delta i refleksjonen over det de har sett på filmen. Studentene la merke til at læreren fra filmen startet med kvadratet og valgte å bruke (GG) fordi man kan lettere utforske firkanter ved hjelp av dette programmet i forhold til å gjøre dette på papiret.

*N: Andre ting, i forhold til å forberede, forutse? (ingen respons, alle ser ned)*

*N (reagerer med å begynne å snakke videre): Sa han noe om spennvidden i forhold til oppgaven? (mange ser ned, stille)*

*Vera: Kommer ikke det mer når de skulle oppsummere? At man begynte med det letteste, så så på hvordan det gikk med oppgaven.*

*N: Ja, han var ikke sånn, her var det første steget, og så jeg skal ha to steg til, osv., det kom litt hele tiden, litt sånn underveis i tenkingen, men han hadde ganske klare tanker i hvilken retning han ville med hensikten av oppgaven, var ikke det? (...) Hva var liksom det matematikkfaglige hovedmålet med denne aktiviteten? (...) (stille)*

*Nina: Hva var det firkanter oppfyller for å være det og det. (Flere av studenter begynner å snakke sammen, men dialogen går ikke av seg selv som de andre gangene jeg observerte, studentene er mer nølende).*

Her ser jeg en litt annerledes situasjon enn det jeg beskrev i eksemplene med posisjonssystemer. Studentene er usikre, de senker blikkene og det er kun få som svarer. Nathalie forsøker å invitere dem til en matematisk samtale ved å stille mange ulike spørsmål. Hun prøver å få fram viktige poeng fra filmen om hva læreren forsøkte å forutse i det forberedte opplegget, om hensikten med oppgaven, om hovedmålet med aktiviteten og om ideen som læreren ville løfte fram. Dette er momenter som lærerstudenter trenger når de selv skal i praksis og forberede egne opplegg og når de snart blir ferdigutdannet og begynner å jobbe i skolen. Studentenes reaksjon kan tolkes i forhold til det Santagata et al. (2007) fant i sin studie, det at lærerstudenter har vanskeligheter med å trekke ut viktige poeng i starten av slike aktiviteter der de ser på film med erfarne lærere. En annen tolkning kan være at studentene ikke klarte å huske viktige momenter fra en film som varte i 19 minutter. Samtidig var det vanskelig å notere underveis fordi hendelsene gikk fort og skulle man notere kunne man miste viktige poeng fra filmen. Selv om episoden peker på at Nathalie ser verdi i det å se på film sammen, hun prøver å få studentene til å reflektere over det de har sett og dele tankene med hverandre, men slik jeg tolker denne episoden var likevel ikke alle egenskapene til det valgte verktøyet benyttet. Her kunne man for eksempel sette på pause etter lærerens introduksjon (læreren fra filmen), så etter elevarbeid og til slutt se siste bit om matematiske samtaler. Underveis kunne deltakerne diskutere de korte episodene. Det å kunne sette på pause, spole fram og tilbake mens man ser film er også understreket av Santagata et al. (2007) og Espe (2014), som viktige egenskaper til denne artefakten i læringsprosessen. En annen mulighet kunne vært å notere på forhånd hvor i filmen lærerutdanneren så interessante episoder og bruke dem i drøftingen med studentene.

Nathalie går plutselig bort fra selve filmen og begynner å snakke om hvordan barn utvikler forståelse av egenskapene til geometriske figurer, noe hun kaller for *Van Hieles* nivåer. Dette har ikke direkte sammenheng med filmen, men er veldig relevant for å forstå hvordan elever tenker når de jobber med firkanter og kan i min masteravhandling betraktes som en improvisatorisk handling.

*N: Hvordan ser man elevers utvikling av forståelse av egenskapene til geometriske figurer for eksempel? At man ser for seg at elever i starten så identifiserer de gjerne en firkant ut fra form sånn som det bildet der (peker på et rektangulært bilde på veggen) det er firkantet fordi det ser ut som et bilde, en dør er en firkant. Men kanskje hvis jeg på en måte setter (tar et ark og snur det med et hjørne opp på skrå) setter det på skrå, så vil en del unger si at, nå er jeg veldig usikker på om dette her er en firkant eller ikke.*

(...) Mens i neste nivå så vil man identifisere egenskapene. Man kan si at det er en firkant fordi at den har fire kanter. (...) Og når dere tenker på kant, hvor tenker dere, hvor er kanten på den firkanten? (peker på arket i handa si) Hva er kanten for dere?

Vera: Der to sider møtes.

Tim: Hjørner

N: Er det hjørner? er det kanter?

Tim: Nå må jeg tenke (flere av studentene snakker sammen)

N: Ja, det så dere på filmen. Han sa: Hva er det som karakteriserer en firkant? Jo, når den har fire hjørner. Og det er veldig mange som identifiserer kanter som hjørner. (...) Og det er klart, dem har jo det. Men når vi snakker egentlig om en kant, så er det ikke hjørner vi snakker om, men det er en kant (drar handa opp og ned en av arkets sider), det er sidene her. (...) Og det som er kanskje hovedpoenget i forhold til filmen her, er det at vi har noen firkanter som har forskjellige krav og det strengere flere og flere krav når vi nærmer oss kvadratet. (...)

Denne delen av episoden tolker jeg som en improvisatorisk handling, der Nathalie går bort fra samtalen om filmen og trekker inn *Van Hieles* nivåer som resultat av den noe tause responsen fra studenter. Det er ikke overraskende eller uventede øyeblikk som fører til lærerutdannerens improvisasjon, men fornemmelse av hva studentene forstår, misforstår eller ikke har helt kontroll på som får henne til å improvisere, men improvisasjonen skjer innenfor visse rammer. Hun går litt vekk fra filmen når hun snakker om barns utvikling av forståelsen i forhold til firkantenes egenskaper, men hun lar seg ikke avspore, hun kommer elegant tilbake og begynner å snakke om kanter på de ulike firkantene fra filmen og målene som læreren hadde med bruken av (GG). Dette er i samsvar med funnene fra min litteratur-review, der Kharkin (1992) Sawyer (2004), Borko et al. (1989) og Berk et al. (2009) skriver om hvordan erfarne lærere improviserer i undervisningssammenheng.

Mine observasjoner av bruk av video i undervisningskontekster peker på at Nathalie har et fortrolig og kreativt forhold til denne artefakten, likevel blir ikke alle funksjonene eller egenskapene til denne benyttet av lærerutdanneren. Når verktøyet har en slik rolle i undervisningskontekster kan det kalles for *technology as partner*. (Goos et al.2000) Her ser jeg kreativ og nyttig, i læringsammenheng, bruk av denne artefakten, men filmen og tale brukes hver for seg, først kommer film, så slås den av og lærerutdanneren begynner å snakke. Verktøyet utfyller ikke det som blir diskutert, men det trekkes indirekte inn i de øyeblikkene da deltakerne diskuterer eller reflekterer over det de har sett. Slik jeg tolker dette er bruk av video enda ikke blitt et instrument for Nathalie, men er på vei til å bli det.

Videre vil jeg presentere en episode der studentene jobbet med samme oppgaver som elevene på denne filmen og brukte (GG).

### Eksempel 5. Oppstart med bruk av GeoGebra

*N: Nå skal dere se på den første oppgaven, den som elevene også jobbet med (mener elevene fra filmen), prøv å finne ut hva som skjer med diagonalene. (...)*

Det er uro i klassen.

*N: Dere har jobbet både med oppgaver og aktiviteter i (GG) før, så (stopper opp, venter)*

Her vil jeg presiserer at studentene har Nathalie i faget matematikdidaktikk og en annen lærer i matematikkfaget. Nathalie var sikker på at studentene kunne bruke dette programmet og derfor spurte hun dem ikke om det på forhånd.

*Jenta bakers: Jeg kan nesten ikke noe med (GG)*

*En annen jente: Jeg kan heller ikke.*

*N: Dere har jobbet med det i timene (mener timer med Tom)*

*Flere av studenter samtidig: ja, litt, men (pause)*

Det kommer protester fra andre i klassen også.

*N: beroliger studentene: Det er bare å prøve, prøve. Dere får prøve dere litt fram.*

Studentene snakker sammen, prøver litt. Nathalie går rundt og forsøker å hjelpe dem. Flere sier at de ikke vet hva de skal trykke på. Etter fem minutter mistenker Nathalie at noe er galt.

*N: Er dere helt blanke på (GG)?*

*Studentene svarer i kor: Ja, ganske, ja.*

Episoden viser at oppstarten av økta, der studentene skulle bruke (GG), ikke gikk etter planen til Nathalie. Tanken var at studentene, som hun trodde delvis behersket programmet, skulle utforske oppgaven med diagonalene til firkanter og konstruere dem. (vedlegg 3) Hun er selv klar over dette og på oppfølgingsintervjuet presiserer hun at hun burde undersøkt på forhånd hvor mye de kunne med (GG) og eventuelt starte på en annen måte.

*Jeg: (...) Har det vært noe som du ville gjort annerledes eller forbedre i forhold til oppstarten med (GG)?*

*N: Ja, (ler), helt klart. Ja, den økta i forhold til det med (GG), ja, det er klart jeg skulle (...) forhørt meg mer eller gått mer inn i hva de kunne fra før av, og gitt noen instruksjoner. Nå ga jeg dem frie tøyler fordi at man har tro på at dem kunne litt (GG) og jobbet litt med det før. Men det så jeg fort at det hadde dem lite av. (...) Hvis jeg hadde gjort det på nytt igjen, så har jeg nok ville ha sagt mye mer om hva (GG) handler om, i hvert fall i forhold til geometri, noen muligheter. Og helt klart, det gjorde nok at det ble en del frustrasjoner hos studentene i den økta. Den var stor og veldig mange av*

*dem var handlingslamme og negative i forhold til (GG) og bruken. Det ble masse informasjon på en gang.*

Episoden viser at Nathalie havnet i en situasjon som ikke var planlagt eller helt forutsett av henne, men fra oppfølgingsintervjuet ser jeg at Nathalie har reflektert over denne timen og har ideer på hvordan hun ville gjennomført en slik time neste gang. Også funnene fra litteratur-reviewen viser at selv om læreren nøye planlegger en undervisning, kan han likevel komme i en situasjon der noe uforutsett skjer. (Kruse, 1995, Kharkin, 1992; Rangnes, 2012; Kan-Kalik, 1987)

Under vil jeg vise både hvordan Nathalie håndterte denne hendelsen og hvilken rolle (GG) hadde i samhandlinger samt hvilke matematiske samtaler som fant sted.

### Eksempel 6. Endring i planen, instruksjonstimen

*Nathalie bestemmer seg for en rask introduksjon. Hennes pc er koblet til prosjektor. Hun har (GG) åpent og har et kvadrat med diagonalene tegnet inn i den.*

*N: Dere følger litt med? Vi har noen kommandoer her (peker mot ikonene oppe på GG) På den siden her (venstre kolonne) der er det algebrafelt. I utgangspunktet er vi ikke interesserte i algebrafeltet akkurat nå, så vi bruker ikke det, men av og til kan det være interessant for oss. Det som er interessant for oss er det her grafikkfeltet (peker mot midten, der kvadratet er tegnet). Så er det i hovedsak de knappene oppe her som vi kommer til å ha bruk for (...). Hvis jeg nå for eksempel (blir avbrutt av en usikker student)*

*Lisa: Jeg har ikke den med centimeter.*

*N: Ja, nå skal vi se. (henvender seg til klassen)*

*Lisa igjen: Den mangler jeg*

*N: Du mangler den ikke*

*Lisa: Jo, se her.*

*N: Nå skal vi se. (henvender seg til klassen) Ok. Hvis dere trykker på den lille pilen der, så ser dere at det åpner seg en meny her.*

*Lisa: (virker plutselig glad) Ja, det er helt fantastisk. (Fortsettelse under)*



Episoden viser at Nathalie velger å ta utfordringen, hun bestemmer seg for å gi en kort introduksjon til (GG). Denne handlingen er uforberedt og kan betraktes som improvisatorisk. Underveis overser hun Lisa, som virker litt panisk i det hun ikke finner riktige knapper/ikoner på (GG). Nathalie svarer ikke direkte på spørsmålene fra Lisa, men henvender seg til hele klassen og forsøker å skape arbeidsro. Dette valget gjør, etter min mening, at studentene konsentrerer seg mer og forsøker å finne ut av hvordan (GG) virker. Denne improviserte handlingen til Nathalie kan sammenliknes med det Cunha (2004) beskriver som en nødvendig handling for å løse et oppstått problem ved hjelp av

de ressursene som man har tilgjengelig. Nathalie vet at studentene skal ut i praksis, der både (GG) og matematiske samtaler skal benyttes og hun er nødt til å hjelpe dem.

*N: F.eks. kan vi sette skjæring mellom to objekter, linjer, (peker videre) og om jeg ønsker å finne et midtpunkt, om jeg ønsker å sette et punkt på et objekt, eller et nytt punkt. For eksempel jeg kan gå inn og sette noen punkter her. Det er mulig. (...)*  
(Nathalie forklarer hva de ulike ikonene på verktøylinjen til (GG) kan brukes til og alle følger med.)

*N: Også kan jeg gå på den pila her også kan jeg flytte på punktene, også ser dere at linjen som går mellom disse punktene vil beholde den egenskapen fordi jeg har laget den sånn. (Beveger punktene, men linjen og linjestykket holdes sammen) (...)*

*N: (peker på det neste ikonet): Den her er ikke så veldig interessant for oss, sånn i utgangspunktet, (...). Og det vi kan gjøre når vi begynner å tilpasse det her for elever er at vi kan ta bort kommandolinjen som ikke er i bruk (mener fjerne knapp/ikonet fra kommandolinjen), så vi kan tilpasse oppsettet og bare ha kommandoer som vi ønsker de skal bruke. (...).så da kan dere bare prøve. Eneste måten å få litt trygghet på i (GG) er rett og slett å prøve dere fram. Og da er det å ta på oss smilefjeset og gå i gang med positivitet.*

Episoden viser Nathalies introduksjon av (GG), som antyder at hun ikke bare legger vekt på de tekniske sidene ved dette programmet, men uthever dets potensial.

Eksempelvis presiserer hun at noen av kommandoene fra verktøylinjen kan fjernes for å forenkle arbeidet for elever. Dette betrakter jeg som et viktig pedagogisk grep som fører til at studentene konsentrerer seg kun om de ikonene som de skal bruke. I tillegg trekker Nathalie fram konstruksjonsteknikker ved bruk av (GG). Hun legger vekt på at vi må bestemme egenskapene til objektene vi konstruerer slik at noen kan være dynamiske (kan bevege dem), mens andre holder seg fast. Selv om Nathalie ser og forsøker å framheve potensialet til (GG), gjør konteksten artefakten blir vist i det vanskelig for studenter å være mottakelige for informasjonen. Starten av timen, som jeg beskrev i *eksempel 5*, førte til uro, usikkerhet og panikk i forhold til hvordan de ville klare å utarbeide opplegget med (GG) som skulle praktiseres på ungdomsskolen.


Neste episode som jeg vil presentere er fra neste undervisningsdag med Nathalie.

### Eksempel 7. GeoGebra-fil

Nathalie så frustrasjon til studentene i forrige time og utarbeidet en GG-fil med ulike firkanter og diagonaler (under forberedelsen til timen brukte hun blant annet opplæringsvideoer fra youtube (fra intervju 20.03.2014)). Filen kan studentene bruke i

praksisen på ungdomsskole og konsentrere seg mest om «de fem stegene» og legge en plan for hvordan de vil etablere matematiske samtaler med elever.

*N: Vi fortsetter, jeg vet ikke om dere har sett at jeg la ut en geogebra-fil på fronter. Var dere inne og så på den, prøvd litt? (studentene nikker, noen svarer bekreftende)*

*N: Jeg har laget en fil til dere. Et alternativ er sånn som jeg gjorde på mandag med dere. Jeg startet og sa gå inn i (GG) og prøv. Da var det en del som stoppet litt opp, men da har vi gjort en erfaring. Hvordan skal vi jobbe med (GG)? En annen innfallsvinkel kan være at vi har et ferdig dokument som elevene går inn i i starten og utforsker. Her har jeg laget noen figurer (peker mot GG-dokument på skjermen/lerret) som kan være et utgangspunkt. Det ser i utgangspunktet ut som alle er kvadrater her, men de er konstruert ut fra diagonalenes egenskaper. Men hvis vi går inn. (pause) Det som er viktig at dere trykker på den piltasten her.  Ellers så får vi ikke dratt på noe som helst. (...) Sånn, den her for eksempel, hvis jeg nå flytter på den (drar i et kvadrat) så ser vi at det er noen egenskaper den beholder. Nathalie drar i et annet og sier: Den her beholder også noen egenskaper, men ikke nødvendigvis de samme. (Fortsettelse under)*

Jeg ser at Nathalie er godt forberedt og kan forklare konstruksjonene hun gjorde i (GG)-filen. Hun presiserer og viser igjen at konstruksjonen bør basere seg på «faste» og «løse» egenskaper til objekter. Konstruksjoner er et viktig kompetansemål på ungdomsskolen og det er derfor betydningsfullt at studentene også behersker dette. Deres oppgave blir også å avdekke elevenes feil og misoppfatninger og lære elever med ulike forutsetninger hvordan man konstruerer geometriske figurer med og uten digitale hjelpemidler.

*N: Hva er det som er forskjell på de to figurene? Hva tror dere er konstruksjonsforskjellene her?*

*Geir: Vinklene mellom diagonaler (...)*

*Olga: I den første er diagonalene like lange.*

*N: Drar i kvadratet, ja. Så drar i rektangelet, også er det her. Der er de like lange, der også. Men det er en viktig egenskap. Og hva er forskjellen, dere begynte å snakke om vinkler.*

*En student: Vinklene i den første er 90 grader.*

*N: Vinklene i den første er 90 grader uansett hvordan jeg vrir på den, men her (går over til rektangelet) har vi mistet 90 grader. (...) Hva er det slags egenskaper figuren har uansett hva vi forandrer på? Og hva er det som forandrer seg når vi drar? Det kan også være et utgangspunkt for aktiviteten. Da er det lagt til rette på en annen måte. Det er samme type aktivitet, men som kan være enklere i utgangspunktet for (GG) (...)*

*(Fortsettelse under)*

Her ser jeg at Nathalie snur undervisningen med (GG) i en annen retning enn det hun prøvde i den første timen. Hun inviterer studentene til deltakelse, men denne gangen gjør hun dette ved hjelp av (GG). Hun bruker rektangel og kvadrat og forsøker å vise studentene hvordan disse er konstruert, hvilke av egenskapene som er faste og hvilke som kan endres. Hun «drar» i figurene, benytter seg av dynamikken til (GG).

Dialogiske samhandlinger i denne episoden føres lett, studentene er deltakende og trygge på omgivelsene rundt seg, de snakker sammen og i fellesskap skapes det forståelse i forhold til konstruksjonen av to geometriske figurer. Dette skjer ved hjelp av (GG), eller ved hjelp av dets medierende egenskaper som lærerutdanneren får fram mest sannsynlig fordi hun er godt forberedt og vet hvordan hun skal konstruere de ulike firkantene og deres diagonaler. Slik jeg ser dette, er det Nathalies forklaring og dynamikken til (GG) som hjelper henne å tydeliggjøre hvordan diagonalenes egenskaper kan vise hvilken firkant vi snakker om.

*N: En annen ting som er gjort også med programmet er hvis vi går og ser på menyen her, så ser dere at den har blitt ganske redusert, dvs. at jeg har tatt bort en del av menyen her eller muligheter som jeg anser som ikke nødvendige i aktiviteten (...). Dette gjør vi ved å gå på verktøy og så tilpasser vi verktøylinjen.*

*Olga: Er det slik at jeg må gå på hver maskin for å gjøre dette?*

*N: Nei, det følger dokumentet. Det kan være viktig for dere at hvis dere lager dokumentet i forkant, så får dere laste det inn på maskiner når elevene kommer så er det dokumentet åpent.*

*Tim: Skal vi gjøre det på 45 min? (peker på dokumentet på lerretet)*

*N: Ja, og det er den andre tingen som vi må tenke på. Ja, så 45 minutter er relativt kort tid, som du sier. Så dermed må dere være enda mer spesifikke på hva er det som skal brukes. Det er ikke sikkert at dere skal ha alle figurene. (...)*

*Kari: Jeg tror ikke det blir å gå bra med oss.*

*N: Du har ikke tro på det?*

*Kari: Nei.*

*En annen student avbryter: Men først bør vi ha en innføring i (GG)? (Det hørs hviskinger mellom noen studenter)*

*N: Jeg mener at dere i innføringen av problemet (tenker litt), så er dere nødt å ha noen komandolinjer så må dere si litt om (GG). (...)*

Studentene er engasjerte og svarer på spørsmålene, men de er bekymret for praksisdagen og trekker dette inn i undervisningen. Nathalie lar seg avspore, men avsporingen og samtalen som føres videre er viktig og omhandler fortsatt det emnet det arbeides med, undervisningsopplegg som skal testes på ungdomsskole. Her mener jeg at

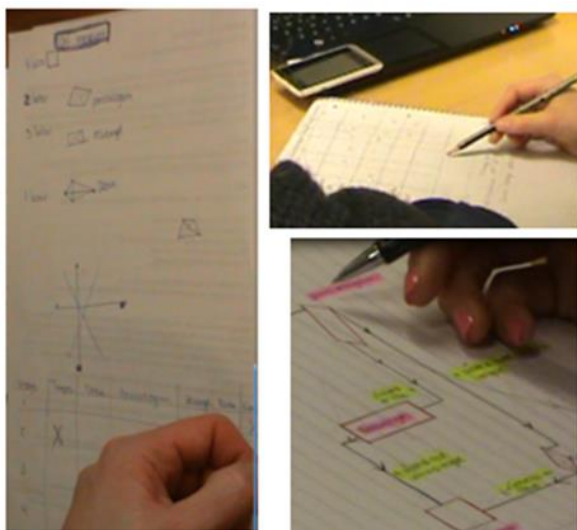


jeg observerer både «andre og tredje diskurs» til Sidorkin (1999). Studentene hvisker seg imellom, det kommer små avbrytelser, som Nathalie ikke ignorerer, men tar imot og hun forsøker å svare på spørsmålene som blir stilt selv om ikke alle gjelder konstruksjon av firkanter. (Slike avbrytelser skjer ofte i Nathalies undervisning og er en naturlig del av dem) Samtalene om praktiske sider ved undervisningsøkta på ungdomsskolen minner om «tredje diskurs», som ikke nødvendigvis er relatert til temaet som blir gjennomgått, men som likevel er viktig for deltakerne.

### Eksempel 8. Selvstendig arbeid med (GG). Nathalie veileder

Undervisningen med Nathalies (GG)-fil var etterfulgt av selvstendig arbeid med oppgaven (vedlegg 2 og 3).

Nathalie har forsøkt å hjelpe alle studentene, men noen hadde sine konkrete ideer i forhold til konstruksjoner som de ville realisere og Nathalie slet med å hjelpe dem. Her vil jeg presisere at i oppgaveteksten (vedlegg 2) brukes ordet «tegn», men Nathalie brukte ordet «konstruer» når hun snakket om denne oppgaven. Hun foreslo å bruke sirkel under konstruksjoner av firkanter til de fleste studentene, men flere ignorerte hennes forslag og forsøkte videre. Min tolkning av dette er at studentene ikke så verdi i



figur6, 3 eksempler på arbeidet med firkanter

det å bruke sirkel og derfor prøvde andre måter å konstruere/tegne på. Underveis brukte de papir og penn/blyant, som tyder på at det er disse redskapene de er fortrolige med. Noen brukte filen som Nathalie laget hjemme. Men ikke alle studentene klarte å se eller gjenkjenne hvilken firkant de hadde med å gjøre.

Nathalie følte selv at hun ikke lyktes med all veiledning av studentene i øktene der de jobbet med (GG).

Følgende kommer fra siste oppfølgingsintervju:

*Jeg: Synes du det har vært noen øyeblikk hvor du ikke kunne det du var spurt om av studentene?*

*N: Jaja, det var jo noen sånne. Jeg husker spesielt det med linjestykker, når du skulle ha like lange diagonaler, hvordan kunne du lage, vi snakket om å kopiere linjestykker.*

*(pause) Det var jeg usikker på hvordan jeg skulle få til. Men det var flere ting. Og det er*

*klart når studenter begynner å klikke seg til og lage forskjellige figurer og så vil de ha dem sånn og sånn. Og når jeg gikk rundt og hjalp, så var det flere plasser jeg ikke visste helt hvordan jeg skulle gjøre det. Men da tenkte jeg at det var for så vidt greit det. Fordi når de jobber med det, og prøver ut ting, så blir det litt prøv og feil på mange momenter der og. Ok, la oss prøve og så ser vi om vi får det til. (...) Jeg husker jeg hjalp Nina, blant annet. Hun laget noe og så ville hun helst ha den til å hekte seg på et spesielt vis. Og hvordan skulle hun få det til? Og jeg vet ikke om vi ble fullstendig kloke på det heller. Men vi prøvde oss litt fram og da hadde jeg ikke noen sånne kjempegode ideer. Men noe.*

*Jeg: Du har ganske mye på lager i forhold til det som gjelder matematikkfaget. Det som du kan ta opp i forskjellige situasjoner. Hva kan du si i forhold til digitale ressurser? Har du det samme der?*

*N: Nei. Jeg har ikke samme, langt ifra. Absolutt ikke. Jeg mangler jo et godt reservoar. Jeg er ikke noen superbruker på (GG). (...) Og det preget litt den første økta.*

Disse utsagnene fra Nathalie bekrefter at (GG) ikke er et instrument for henne på samme måte som kritt og tavle er. Hun er, etter min mening, flink med dette programmet, men det krever forberedelse, hun kjenner ikke til alle fordeler og begrensninger med (GG) og virker litt usikker når hun veileder studentene som trenger hjelp. Hun forsøker å hjelpe dem ved å følge deres forslag, men forslagene deres er ikke alltid realistiske eller gode, etter min mening. Dette har, etter min mening, sammenheng med at de har lite erfaring med (GG).

Nathalie har ikke brukt (GG) så veldig lenge og det er derfor naturlig at hun bruker ekstra mye tid på forberedelser før timene enn det hun gjør til vanlig. Likevel får Nathalie fram, som jeg viste i *eksempel 7*, de medierende egenskapene til (GG), men slik jeg oppfatter dette er det kun innen det forberedte området hun føler seg trygg og bruker (GG) som en medierende artefakt. Når hun er vant til å bygge sine undervisninger på studentdeltakelse er det naturlig for henne å invitere dem i dialog. Studentdeltakelse kan videre åpne for improvisatoriske øyeblikk hvis disse ikke blir oversett av læreren. (Alterhaug, 2004; Borko et al. 1989; Neyland, 2004; Sawyer, 2004; Dysthe, 2012; Kharkin, 1992) Likevel er ikke all improvisasjon berikende med tanke på dens pedagogiske verdi.

*Jeg: Men føler du at du får til å improvisere når du har (GG)? Eller blir du hemmet av det?*

*N: Det spørres hva temaet er eller hva jeg holder på med og hva hensikten er. (pause, tenker) Jeg var ikke så veldig god på å improvisere på den første økta (...) Det blir jo hele tiden vurdering på hvor du vil og hva du vil bruke tid på. Så der var jeg ikke særlig*

*god på å improvisere, i forhold til gode valg. Improvisering gjør man jo, men om man gjør de gode valgene da? Om for eksempel det var lurt å gjøre sånt eller sånt.*

Mens studentene jobbet med (GG) prøvde Nathalie å spille på deres forslag, men var usikker på hva som var best å anbefale. De så også hennes usikkerhet og forsøkte å gjøre mye på en annen måte enn det hun foreslo. Dette tyder på at ikke all improviseringen lærere gjør er positiv med tanke på bruk av tid, elev/student-forståelse og læring. Slik jeg tolker undervisningene jeg observerte, vil jeg si at når lærerutdanneren behersker artefaktene hun bruker, når hun ser fordelene og begrensningene til disse artefaktene eller når hun er godt forberedt til en konkret time eller situasjon der disse artefaktene skal brukes, kan disse fungere som medierende redskap i improvisatoriske samhandlinger mellom deltakerne (lærerutdanner og studentene).

### Eksempel 9. Oppgaveløsning i fellesskap

Oppgaven med diagonaler til ulike firkanter som studentene jobbet med ved hjelp av Nathalies (GG)-fil, tabell (vedlegg3) og (GG) var i tillegg gjennomgått i fellesskap. De begynner med å se på et kvadrat. Følgende opplysninger er gitt: I kvadratet er diagonalene like lange, den ene diagonalen går gjennom den andres midtpunkt, diagonalene skjærer hverandre på midten og diagonalene står vinkelrett på hverandre. Nathalie har et Word-dokument med tabell framme på lerretet (vedlegg3). Hun forflytter seg bort til kritt-tavla og tegner et kvadrat med diagonaler, der hun markerer hvilke sider som er like lange og hvor vi har 90-graders vinkler.

Egenskaper	Lengde	Vinkel	Midtpunkt	Står vinkelrett	Går gjennom midtpunkt
Diagonalene er like lange	✓				
Diagonalene er like lange		✓			
Diagonalene er like lange			✓		
Diagonalene er like lange				✓	
Diagonalene er like lange					✓
Diagonalene er like lange					
Diagonalene er like lange					
Diagonalene er like lange					
Diagonalene er like lange					
Diagonalene er like lange					

figur7, diagonalenes egenskaper

*N: (...) Hvis vi ville hatt en begrunnelse, hvordan ville vi begrunne at sånn er tilfellet? (...) Hvis diagonalene er like lange og vinklene mellom diagonalene er 90 grader. Hvordan vet dere at disse sidene er like lange? (peker på kvadratet)*

*Lisa: Det er likebeinte trekantene*

*N: Hva er det som er likebeinte trekantene? (...)*

*Olga: Også toppvinklene er 90 grader*

*Lisa: (forklarer om vinkler i trekantene inni*

*kvadratet)*

*N: Var alle med på det? Pga at toppvinkel var 90 grader, det er likebeint trekant, så vet vi at disse to vinklene er like store. (markerer to like store vinkler på tegningen av kvadratet på tavla) Også bruker vi at i en trekant er vinkelsummen 180 grader og når den er 90, så har vi bare 90 å fordele på disse to, altså 45 på hver. Og det samme kan vi da argumentere her og her (peker mot de andre trekantene) (...) Vi er halvveis for å argumentere at dette er et kvadrat. Vi vet at i et kvadrat er alle vinklene 90 grader, og*

*sidene er like lange. Hvordan kan vi argumentere for at sidene er like lange i dette kvadratet? (ingen svarer, studentene snakker sammen) (...) Hva kan dere si om de fire trekantene her inne?*

*Vera: De er like*

*N: Hva slags begrep bruker vi når vi snakker om at trekantene er like?*

*Flere visker: Kongruente*

Videre går Nathalie over på rombe og fortsetter så med å tegne alle figurene på tavlen.



figur8, 4 firkanter: parallelogram, kvadrat, rektangel og drake

Denne episoden viser hvilke valg lærerutdanneren tar i forhold til bruk av ulike medierende artefakter. I denne undervisningen merket jeg at Nathalie erstattet (GG) med kritt og tavle i de øyeblikkene der hun følte at studentene trengte en grundig forklaring på hvordan egenskapene til diagonalene henger sammen i ulike firkanter. Alle studentene hadde oppgaven med diagonaler (vedlegg 3) i papirformat på sine pulter, de hadde den også på datamaskin, men Nathalie valgte å benytte seg av prosjektor slik at alle kunne se det hun krysset av på i tabellen. En annen mulighet kunne vært å ha begge filene åpne på en datamaskin og veksle mellom å bruke (GG) og tabell. Bruk av (GG) i dette tilfellet kunne både vise studentene hvordan de kan bruke dette verktøyet i praksis, og også hjelpe dem å bedre forstå diagonalenes egenskaper da dynamikken til (GG) kunne bli benyttet. Dialogen mellom lærerutdanneren og studentene som foregår ved hjelp av kritt og tavle viser likevel at de forstår egenskapene til diagonalene og deres betydning for hvilken firkant det er snakk om. De nikker og viser med kroppsspråk at det som kommer på tavla er forståelig for dem. De matematiske samtaler i denne episoden inneholder ulike begreper (midtpunkt, likebeinte trekkanter, toppvinkler, kongruente trekkanter, osv.) For meg tyder dette på at Nathalies instrument (kritt) formidler budskapet til studentene på en kreativ og tydelig måte.

### Drøfting og konklusjon

I denne delen av min masteravhandling vil jeg drøfte mine funn fra analysen i lys av teori og tidligere forskning og avslutte med en konklusjon som svarer på forskningsspørsmålet for denne masteroppgaven.

Problemstillingen i min masteravhandling er:

*«Hvilken rolle har IKT som et medierende redskap i improvisatoriske samhandlinger mellom lærerutdanner og lærerstudenter med tanke på utviklingen av matematiske samtaler?»*

### Improvisatoriske samhandlinger

Funnene viser at improvisatoriske samhandlinger med vekt på lærerutdannerens improvisasjon oppstår i de sammenhengene der lærerutdanneren inviterer studentene til deltakelse. I noen av tilfellene oppsto improvisatoriske handlinger som Nathalies reaksjon på studentenes kommentarer eller spørsmål, eksempelvis da Lisa spurte om hvor mayaindianerne brukte skjellene, men også som konsekvens av deres passivitet eller usikkerhet, eksempelvis da studentene satt stille og ikke svarte på Nathalies spørsmål i forhold til filmen om en erfaren lærer. I tillegg var improviseringen en naturlig del av de fleste av hennes undervisninger fordi hun bygger dem på studentdeltakelse. Karlsen (2006) framhever at dialogiske samhandlinger fører naturlig til at mennesker improviserer. Det at improvisasjon oppstår som resultat av respons fra publikum er i samsvar med funnene fra litteratur-reviewen (Sawyer, 2004; Loveless, 2007; Borko et al. 1989; Kharkin, 1992; Berk et al. 2009; Nilssen, 1996; Dysthe, 2012; Kruse, 1995; Alterhaug, 2004; Kan-Kalik, 1987; Karlsen, 2006), og nevnes også av Rangnes (2012) og Streitlien (2006). I de undervisningene der Nathalie brukte (PP) klarte jeg ikke å avdekke improvisatoriske handlinger, antakelig fordi undervisningene bar preg av monologisitet, der det er kun lærerutdanneren som eide ordet. (Bakhtin 1984 i Dysthe 2012) Undervisningen der studentene og Nathalie så film sammen hadde heller ikke noen dialogiske trekk, men ifølge Sidorkin (1999) har det å lytte sammen likevel stor verdi fordi deltakerne gjennom disse aktivitetene danner ulike meninger og oppfatninger av samme tekst, som senere kan tas opp i plenum, diskuteres og føre til dannelsen av forståelse. De fleste andre undervisningene jeg observerte var derimot dialogiske i den forstand at det foregikk trygge, tillitsfulle og meningsfylte samhandlinger mellom lærerutdanneren og studentene, men også studentene seg imellom. Nathalie stilte mange ulike spørsmål til studentene, de svarte kort, men de gikk ofte inn i diskusjon med hverandre og var åpne og mottakelige for korreksjon og forslag og var heller ikke redde for å svare feil. Slik forståelse av dialogiske samhandlinger er i samsvar med Bakhtins egen undervisning. (Bakhtin, 2004/1953) Undervisning som åpner for studentdeltakelse kan også føre med seg øyeblikk som

lærerutdanneren ikke er forberedt på og kan, hvis hun velger å bygge videre på studentinnspill, føre til det jeg i analysedelen kalte for enten «vellykket improvisasjon» eller «ikke-produktiv improvisasjon». Dette er i tråd med funnene fra litteraturreviewen, der jeg trekker fram Maheux et al. (2010), som skriver at ikke all improvisering lærere gjør har pedagogisk verdi.

Eksempel på «ikke-produktiv improvisasjon» fra min analyse er instruksjonstimen med (GG), som etterfulgte den mislykkede oppstarten der studentene skulle teste ut (GG). Selv om denne var nyttig, var studentene allerede oppgitte over at de ikke klarte å bruke dette programmet og slet med å ta imot informasjon. Et annet eksempel er da Nathalie forsøkte å hjelpe studentene med konstruksjoner ved å følge deres forslag. Hun sier selv i intervjuet at hennes hjelp ikke bestandig var vellykket, og det observerte jeg også ved at noen av dem ikke fulgte hennes råd eller ikke forsto hva hun prøvde å formidle. Likevel har jeg observert mange øyeblikk med «vellykket improvisasjon», som etter min mening førte til berikelse av timene, nye dreininger og mest sannsynlig dypere forståelse hos studentene, men forutsetningene for «vellykket improvisasjon» er faglig trygghet, erfaring med slike øyeblikk, veletablerte *skjemaer* som inneholder eksempler, oppgaver, strategier, undervisningsmetoder og rutiner. (Borko et al. 1989; Sawyer 2004; Kharkin, 1992) I tillegg er det viktig at lærerutdanneren kjenner til potensial og begrensninger til de artefaktene hun bruker.

### IKT sin medierende rolle i utviklingen av matematiske samtaler

De digitale redskapene lærerutdanneren benyttet var pc, video, prosjektor, PowerPoint-presentasjon og GeoGebra. I tillegg brukte hun mye kritt og tavle og ulike psykologiske redskaper. Selv om jeg i denne avhandlingen kun legger vekt på slike fysiske redskaper som (GG), (PP), video og kritt er det viktig å nevne at disse redskapene var brukt i samspill med psykologiske redskaper, som tale, tanker, språk, formler, regler, begreper, men også sammen med prosjektor og pc slik at disse utfylte hverandre og i flere sammenhenger førte til matematiske samtaler mellom lærerutdanneren og studenter. Et annet viktig aspekt som jeg vil framheve er at den medierende verdien til artefaktene som jeg observerte ikke kan løsrives fra de kontekstuelle sammenhengene de er brukt i. Eksempelvis ville den instruerende undervisningen med (GG), der Nathalie gjennomgikk utvalgte ikoner fra verktøylinjen til (GG), blitt oppfattet av studentene på en annen måte hvis denne var presentert før studentene mistet motet mens de utforsket programmet på egen hånd.

Analysen viser videre at når Nathalie bruker de redskapene som hun kjenner godt til, bidrar disse til utviklingen av matematiske samtaler og hjelper til med å formidle det tiltenkte budskapet. *Eksempel 7* viser at (GG) er til stor hjelp for å visualisere hvordan diagonalenes egenskaper avgjør hvilken firkant de hører til. Når Nathalie drar i hjørnene til de ulike firkantene utnytter hun (GG)'s dynamikk, og studentene involveres i samtalen om forskjellen mellom egenskapene til et rektangel og et kvadrat. I tillegg fører demonstrasjonen av firkanter og tilhørende diagonaler til diskusjon om hvordan Nathalies GG-fil kan benyttes i praksis på ungdomsskolen. Bruk av (GG) er i samsvar med studien til Hauge (2010), som viser at lærere bruker (GG) til visualisering, til å skape mer forståelse for matematikk og for å utforske geometriske sammenhenger. Liknende funn er avdekket av Sandstad (2012) og Hals (2010). Likevel viser min studie det som ikke framkommer tydelig i de overnevnte studiene, at (GG) brukes i utviklingen av matematiske samtaler, både når lærerutdanneren arbeider med programmet på stor skjerm ved hjelp av prosjektor og når hun går rundt og hjelper studenter med konstruksjonene. Og selv om Nathalie ikke alltid lykkes med sine valg mens hun improviserer som en respons på studentenes spørsmål om konstruksjoner i (GG), er det viktig å nevne at hun likevel relaterer konstruksjonene og alle de andre kommentarene til det matematiske og didaktiske innholdet.

Bruk av kritt er også et godt eksempel på hvordan fysiske artefakter medierer matematiske problemer, begreper, framstillinger og liknende. Tegningene og representasjonene på tavla tydeliggjorde eksempelvis ulike tallsystemer. Studentene var alltid deltakende når Nathalie jobbet med oppgaver der kritt og tavle var benyttet. I (*eksempel 11*) dro Vera og Lisa Nathalies framstillinger inn i sin diskusjon om skjellene, og når Nathalie tegnet ulike firkanter med diagonaler på tavla (*eksempel 9*) førte dette til matematiske samtaler om vinkler, sider og kongruente trekkanter. Derimot klarte jeg ikke å avdekke (PP) sin medierende rolle i utviklingen av matematiske samtaler mellom lærerutdanneren og studentene. Som jeg skrev i analysen var ikke potensialet til denne artefakten benyttet fullt ut, alle lysbildene hadde mye tekst og bakgrunnen var hvit. Nathalie brukte (PP) som supplement til sine forelesninger. Men det er få studenter som leste fra den, skrev av den eller brukte den på andre måter mens Nathalie underviste. Video var brukt for å se en 19 minutter lang film i fellesskap. Filmen var aldri satt på pause, spolt fram eller tilbake eller tatt fram igjen etter at studentene var ferdig å se på denne. Tanken var å diskutere og reflektere over innholdet til denne filmen, men studentene var lite deltakende i denne samtalen, de så ofte ned og kroppsspråket

signaliserte usikkerhet. Disse funnene indikerer at video og (PP) er enda ikke blitt instrumenter for Nathalie fordi hun ikke utnytter de tekniske og pedagogiske sidene (potensial og begrensninger) til disse artefaktene fullt ut. Kritt er derimot et instrument som utfyller Nathalies tanker og det hun ønsker å formidle til studenter og kan betraktes som «*extension of self*» for Nathalie. (Goos et al. 2000)

Når lærerutdanneren gikk rundt og forsøkte å hjelpe studentene med konstruksjoner i (GG) avdekket jeg, som jeg nevnte tidligere, improviserte handlinger der Nathalie forsøkte å hjelpe studentene ved å spille på deres forslag. Både oppfølgingsintervjuet og mine egne observasjoner bekrefter at denne improvisasjonen var lite produktiv med tanke på bruk av tid og læring av konstruksjoner i (GG). Når Nathalie brukte (GG) på storskjerm førte dette likevel til matematiske samtaler om diagonalenes egenskaper hos ulike firkanter og til andre spørsmål relatert til undervisningsopplegget som skulle utarbeides av studentene. (Eksempel 6 og 7) Slik jeg tolker dette, medierer (GG) det som er tiltenkt av lærerutdanneren i de sammenhengene der hun er godt forberedt og når hun ikke baserer konstruksjonene i (GG) på forslag fra studentene. Dette kan ha sammenheng med at (GG) enda ikke har blitt et instrument for Nathalie og, som hun selv bekrefter i oppfølgingsintervjuet, kjenner hun ikke alle mulighetene og begrensningene til (GG).

Når det gjelder betydningen av fysiske artefakter (kritt, (GG), (PP) og video) innen improvisatoriske samhandlinger viser funnene at kritt både medierer det matematiske innholdet (plasseringen av symboler i tabellen i 20-tallssystem, sammenlikning av posisjonssystem (10-tallssystem) og romersk tallsystem og sammenheng mellom diagonalenes egenskaper og hvilken firkant de representerer) og er med på å utvikle matematiske samtaler i den forstand at studentene stiller spørsmål, kommenterer og begynner å diskutere seg imellom mens Nathalie tegner og skriver på tavla. I forhold til bruk av (GG) i improvisatoriske samhandlinger vil jeg si at Nathalies valg, da hun forsøkte å hjelpe hver enkelt student med konstruksjoner i (GG), førte til mye usikkerhet og bruk av tid som ikke førte til en dypere forståelse av hvordan konstruksjonene gjennomføres i (GG). Min oppfatning av de konstruksjonene de fleste av studentene utførte er at de blandet begrepene «tegning» og «konstruksjon». De prøvde hele tiden å gå vekk fra forslaget til Nathalie om å bruke sirkel eller passer i (GG) og bruke kun linjer og linjestykker for å lage firkanter og diagonaler. En av forklaringene kan være at studentene trodde at å konstruere i (GG) er noe helt annet enn å gjøre dette på papiret. Dette er kun min antakelse fordi jeg ikke har datamaterialet som



kan bekrefte eller avkrefte dette. I episoden der Lisa ikke fant ikonet med centimeter kan jeg likevel observere betydningen av (GG) i lærerutdannerens improvisatoriske handling. Ved å ignorere Lisa og kun benytte seg av (GG) på skjermen ved hjelp av prosjektor, klarte Nathalie å formidle til studentene budskapet om hvor og hvordan de ulike ikonene benyttes. I forhold til bruk av (PP) har jeg ikke observert redskapets medierende verdi, og som jeg nevnte tidligere, hadde disse samhandlingene monologiske trekk. Bruk av video førte ikke direkte til utvikling av matematiske samtaler og var heller ikke brukt under improvisatoriske handlinger, men analysen viser at refleksjonsøkten, etter at filmen var over, førte til øyeblikk der lærerutdanneren valgte å improvisere. I denne sekvensen var det stort sett Nathalie som snakket og studentene kom med noen enkle svar eller kommentarer.

Når jeg sammenlikner mine funn med funnene til Erfjord (2010), vil jeg hevde at mine observasjoner indikerer tilstedeværelse av alle de tre elementene innen *instrumental orchestration: didactical configuration, exploitation mode og didactical performance* (Drijvers et al. 2010) i undervisningene, mens funnene til Erfjord viser at de to første elementene er framtrepende. *Didactical performance* kjennetegnes ved at læreren innlemmer ad-hoc beslutninger, som jeg kalte for improvisatoriske løsninger, som faktisk blir tatt under den planlagte undervisningen som involverer de første to elementene av orkestrering. Selv om Nathalie ikke alltid lyktes med sine valg var likevel det matematiske og didaktiske innholdet i fokus. Og den «ikke-produktive improvisasjonen» bør ikke nødvendigvis betraktes som noe negativt med tanke på at denne kan hjelpe Nathalie å bedre undervisningen fordi hun får indirekte evaluering av sine valg, får kjennskap til hva studentene forstår og trenger hjelp til og får erfaring med hvordan de tenker når de bruker eksempelvis (GG).

## Oppsummering og konklusjon

Den kvalitative studien er i tråd med funnene fra litteratur-reviewen, som viser at undervisning som baserer seg på studentdeltakelse åpner for improvisatoriske øyeblikk. For å kunne betrakte lærerutdannerens improvisasjon som produktiv i undervisnings sammenhenger, bør denne basere seg på faglig, pedagogisk og didaktisk kunnskap, foregå innen visse rammer og strukturer og ha pedagogisk verdi (føre til læring, arbeidsro, faglige samtaler, øke forståelse for bruken av IKT-redskaper) som målsetting.

Videre viser analysen av det kvalitative datamaterialet at artefaktene kan ha en viktig medierende rolle i improvisatoriske samhandlinger, der matematiske samtaler er målet. Disse kan mediere det tiltenkte innholdet, visualisere en oppgave, et problem eller andre matematiske sammenhenger, være medhjelpelige når lærerutdanneren forsøker å trekke inn studentene til deltakelse og ikke minst hjelpe lærerutdanneren gjennom en improvisatorisk handling ved å tydeliggjøre hennes tanker.

For at artefakten skulle innta en slik rolle er det viktig at lærerutdanneren etablerer et fortrolig og meningsfylt forhold (kjenner til både tekniske sider ved denne, men også potensial og begrensninger i en tenkt setting) til artefakten hun benytter seg av, slik at denne kan betraktes som hennes instrument.

Et annet viktig funn i forhold til min problemstilling er at et usikkert forhold til artefaktene, der lærerutdanneren ikke ser potensial og begrensninger til disse i en gitt setting, kan føre til «en ikke-produktiv improvisasjon», improvisasjon som ikke fører til bedre forståelse av det som blir gjennomgått, hemmer utvikling av matematiske samtaler eller fører til unødvendig bruk av undervisningstiden.

## Implikasjon

Studien har i tillegg andre funn som ikke har direkte sammenheng med min problemstilling, men som jeg mener er interessante for videre forskning og for bedring av undervisning på lærerutdanningen i Norge.

Lærerutdanneren jeg observerte baserte sine undervisninger på studentdeltakelse. Hun oppmuntret til avbrytelser og tillot småprat studentene imellom. Dette er i tråd med det Sidorkin (1999) oppfordrer lærere til, og etter min mening hjelper dette å etablere en trygg atmosfære i klasserommet som likner på de naturlige dagligdagse relasjonene mellom mennesker. Slik jeg tolker mine observasjoner fører en slik atmosfære til at dialogiske samhandlinger etablerer seg som konsekvens av den tilliten studentene har til sin lærer. Improvisasjon er en naturlig del av dialogiske samhandlinger mellom mennesker (Karlsen, 2006; Dysthe, 2012), men undervisningskontekster skiller seg fra de dagligdagse settingene med de rollene som er tildelt studenter og lærerutdannere. Derfor mener jeg at det er viktig at lærerutdannere legger vekt på å etablere en undervisning der studentene tør å uttrykke sine meninger, komme med spørsmål, svar og ideer, med andre ord bør de fokusere på å skape et trygt og tillitsfullt forhold til sine studenter.

## Litteraturliste

- Alterhaug, B. Improvisasjon i veiledning. I B. Karlsson & F. Oterhold. (2010). *Fenomener i faglig veiledning*. (s.101-114). Oslo: Universitetsforlaget.
- Alterhaug, B. (2004). Improvisation on a triple theme: Creativity, Jazz Improvisation and Communication. I S. Hawkins. (Red.). *Studia Musicologica Norvegica*. (Norsk årsskrift for musikkforskning, Vol.29(30), 97-118).
- Bakhtin, M.M. (2004). Dialogic Origin and Dialogic Pedagogy of Grammar: Stylistics in Teaching Russian language in Secondary School. I *Journal of Russian & East European Psychology*, 42(6), s. 12-49.
- Bakhtin, M. M. (1953). *Вопросы стилистики на уроках русского языка в средней школе*. Hentet den 27. oktober 2014 fra:  
<http://ajupanfilov.narod.ru/turbin/1992.html>
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching? What makes it special? *Journal of Teacher Education Vol. 59(5)*, 389-407, SAGE Publications.
- Befring, E. (2007). *Forskningsmetode med etikk og statistikk*. Oslo: Samlaget.
- Beghetto, R. A. & Kaufman, J.C. (2011). Teaching for Creativity with Dicipined Improvisation I R.K. Sawyer (Red) *Structure and improvisation in creative teaching*. (s.94 – 99). Cambridge: Cambridge University Press.
- Berk, R. A. & Trieber, R. H. (2009). *Whose Classroom is it, Anyway? Improvisation as Teaching Tool*. *Journal on Excellence in College Teaching*, 20 (3), 29-60.  
Hentet fra: [http://www.pptdoctor.net/files/articles/2009\\_improv.pdf](http://www.pptdoctor.net/files/articles/2009_improv.pdf)
- Bjørndal, C. R. P. (2011). *Det vurderende øyet: observasjon, vurdering og utvikling i undervisning og veiledning*. (2.utg.) Oslo: Gyldendal akademisk.
- Borko, H. & Livingston, C. (1989). Cognition and Improvisation: Differences in Mathematics Instruction by Expert and Novice Teachers. *American Educational Research Journal* 26/4, pp.473-498.

- Breive, S. (2013). *En matematikklærers bruk av medierende redskaper i undervisning av lengde, areal og volum*. (Masteroppgave, Universitetet i Agder). Hentet fra: <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/193716>
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. (7th ed.) London: Routledge.
- Cunha, M. P. (2004). *Management Improvisation*. (Faculdade de Economica Universidade Nova de Lisboa) Hentet fra: <http://fesrvsd.fe.unl.pt/WPFEUNL/WP2004/wp460.pdf>
- De nasjonale forskningsetiske komiteene. (2014). *B. Hensyn til personer (5-19)*. Hentet fra: <http://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/Samfunnsvitenskap-jus-og-humaniora/B-Hensyn-til-personer-5---19/>
- Denzin, N.K. & Lincoln, Y.S. (2000). Introduction. The Discipline and Practice of Qualitative Research. I N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (red.) *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Drageset, O. V. (2014). Korleis leie ein matematisk samtale. *Tangenten*, 25(1), 12-20.
- Drijvers, P. & Trouche, L. (2008). From Artifacts to Instruments: A theoretical framework behind the Orchestra Metaphor. I G. W. Blume & M. K. Heid (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics*. Vol. 2. Cases and perspectives (Kap. 23 s. 363-392). Charlotte, NC: Information Age.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravemeijer, K. (2010). *The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom*. Educational (Studies in Mathematics, 75(2), p.213-234). DOI 10.1007/s10649-010-9254-5.
- Dysthe, O. (2001). Sosiokulturelle teoriperspektiv på kunnskap og læring. I O. Dysthe (Red.), *Dialog, samspel og læring* (s.33–73). Oslo: Abstrakt forlag.
- Dysthe, O. (2012). *Dialogbasert undervisning: kunstmuseet som læringsrom*. Bergen: Fagbokforlag.

- Dysthe, O. 23.09. 2013. *Om litteratur-review i PhD- studiet*, workshop (Seminar for Nasjonal forskerskole for lærerutdanning, NAFOL, kull 4, Stord).
- Engelsen, K. S., Espeland, M., Høisæter, S., Mæland, K., Sømoe, K., & Tuset, G. A. (2012). *Improvisation in Teacher Education: Curricula and Practice in Dynamic Interplay (IMTE)*. Project description. Stord: Stord/Haugesund University College.
- Erfjord, I. (2011). Teachers' Initial Orchestration of Students' Dynamic Geometry Software Use: Consequences for Students' Opportunities to Learn Mathematics. *Tech Know Learn* 16:35–54. DOI 10.1007/s10758-011-9176-z
- Espe, D. R. (2014). *Bruk av opplæringsvideo i matematikkundervisning*. (Masteroppgave. Universitetet i Stavanger). Hentet fra: [http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/196760/Espe\\_Dag\\_Roar.pdf?sequence=1](http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/196760/Espe_Dag_Roar.pdf?sequence=1)
- Forsberg, C. & Wengström, Y. 2013. *Att göra systematiska litteraturstudier: värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning*. (3. utg.) Stockholm: Natur och kultur.
- Goos, M., Renshaw, P., Galbraith, P. & Geiger, V. (2000). Reshaping Teacher and Student Roles in Technology-Enriched Classrooms. *Mathematics Education Research*, 12(3), 303-320.
- Grimen, H. (2004). *Samfunnsvitenskapelige tenkemåter* (3. utg). Oslo: Universitetsforlaget.
- Grønmo, Sigmund (2004). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Grønmo, L.S., Onstad, T. & Pedersen, I. F. (2010) *Matematikk i motvind, TIMSS Advanced 2008 i videregående skole*. Oslo: Unipub. Hentet fra: <http://www.timss.no/rapporter%202008/Matematikk%20i%20motvind.pdf>
- Grønmo, L. S. & Onstad, T. (Red.). (2012a). *Mange og store utfordringer: Et nasjonalt og internasjonalt perspektiv på utdanning av lærere i matematikk basert på data fra TEDS-M 2008*. Unipub. Hentet fra:

<http://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/teds-m-2008/aktuelle-saker/rapport-teds-m-2012.pdf>

Grønmo, L.S., Onstad, T., Nilsen, T., Hole, A., Aslaksen, H. & Borge I.C. (2012b).

*Framgang, men langt fram. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2011.* (Rapport). Oslo: Akademika forlag. Hentet fra:

[http://www.timss.no/timss\\_2011\\_web.pdf](http://www.timss.no/timss_2011_web.pdf)

Hals, S. (2010). *IKT i matematikkopplæringen – tidstjuv eller tryllemiddel?*

(Masteroppgave, Universitetet i Agder). Hentet fra:

<http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/138088/Sigbj%C3%B8rn%20Hals.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hart, C. (1998). *Doing a Literature Review*. SAGE Publications Ltd.

Hatlevik, O. E., Egeberg, G., Guðmundsdóttir, G. B., Loftsgarden, M. & Loi, M.

(2013). *Monitor skole 2013: Om digital kompetanse og erfaringer med bruk av IKT i skolen*, (Senter for IKT i utdanningen). Hentet fra:

[http://iktsenteret.no/sites/iktsenteret.no/files/attachments/monitor\\_skole\\_2013\\_4\\_des.pdf](http://iktsenteret.no/sites/iktsenteret.no/files/attachments/monitor_skole_2013_4_des.pdf)

Hauge, I. (2010). *Fagdidaktiske overveielser i matematikkundervisningen*.

(Masteroppgave. Høgskolen Stord/Haugesund). Hentet fra:

[http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/152372/Inge\\_Olav\\_Hauge.pdf?sequence=1](http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/152372/Inge_Olav_Hauge.pdf?sequence=1)

Helgevold, N. (2011). *Å lære å kommunisere i det moderne klasserommet: en kvalitativ studie av interaksjonsformer på ungdomstrinnet*. (PhD. Stavanger: Universitetet i Stavanger). Hentet fra: <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/185886>

Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*, Vol. 42(2), p.371-406.

Johnsen-Høines, M & Alrø, H. (2012). *Lærings samtalen i matematikkfagets praksis: Bok 1*. Bergen: Caspar Forlag.

- Kan-Kalik, V. A. *Til læreren-om pedagogisk kommunikasjon. (Учителю о педагогическом общении)*. Moskva: Prosveschenie. Hentet fra: <http://www.twirpx.com/file/79797/>
- Karlsen, G. Stilt overfor det som ennå ikke er. I K. Steinsholt & H. Sommerro. *Improvisasjon: Kunsten å sette seg selv på spill*. Oslo: N.W. DAMM&SØN AS
- Kharkin, V. N. (1992). *Pedagogisk improvisasjon innen lærernes profesjonsvirksomhet. (Педагогическая импровизация в профессиональной деятельности учителя)*. Det statlige pedagogiske universitetet i Moskva. Hentet fra: <http://www.dissercat.com/content/pedagogicheskie-improvizatsii-v-professionalnoi-deyatelnosti-uchitelya>
- Olsen, R. V. (2010). Matematikk i PISA kapittel 6 i M. Kjærnsli & A. Roe (Red.) *På rett spor: Norske elevers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag i PISA 2009*. Hentet fra: [http://www.pisa.no/pdf/publikasjoner/Paa\\_rett\\_spor.pdf](http://www.pisa.no/pdf/publikasjoner/Paa_rett_spor.pdf)
- Kjærnsli, M., & Olsen, R. V. (2013). PISA 2012 - sentrale funn. I M. Kjærnsli, & R. V. Olsen (Red.), *Fortsatt en vei å gå: norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012*. (kap.1). Oslo: Universitetsforlaget. Hentet fra: [http://www.pisa.no/pdf/pisa\\_2012/pisa-rapport2012.pdf](http://www.pisa.no/pdf/pisa_2012/pisa-rapport2012.pdf)
- Kleven, A. (2010). Lærerarbeidet i klasserommet. I T. L. Hoel, G. Engvik og B. Hanssen (Red.) *Ny som lærer - sjansespill og samspill*. Trondheim: Tapir akademisk forlag
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2013. Hindre for digital verdiskaping. Hentet fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kmd/dok/nouer/2013/nou-2013-2/8/2.html?id=711070>
- Krumsvik, R. J. (2007). *Skulen og den digitale læringsrevolusjonen*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Krumsvik, R. & Almås, A. G. (2009). The digital didactic. I R. Krumsvik (Red) *Learning in the Network Society and Digitized School* (pp. 107-139). New York: Nova Science Publishers.

- Krumsvik, R.J., Westrheim, K., Sunde, E. & Langørgen, K. (2012). Lærerutdannerens digitale kompetanse. *Høgre utbildning*. Vol. 2(2), 107-122. Hentet fra:  
<http://journals.lub.lu.se/ojs/index.php/hus/article/view/4982/4909>
- Kruse, B. (1995). Felles kunstspråk – felles kunstforståelse. Kunstfagene: I M. Adam, E. L. Dale, B. Kruse, J.-R. Bjørkvold, I. M. Hanken, N. Braanaas, ... K. R. Håberg. *Til besvær eller begjær*. (s. 29-43). Vollen: Tell forlag. Hentet fra:  
<http://www.nb.no/nbsok/nb/8ce15accb7f352b7f1257c4090be3f02?index=4#0>
- Kunnskapsdepartementet (2006). *Kunnskapsløftet: Læreplan for grunnskolen og videregående opplæring*. Hentet fra:  
<http://www.norway.gr/PageFiles/372262/Kunnskapsloftet.pdf>
- Kunnskapsdepartementet. (2010a). *Nasjonale retningslinjene for grunnskolelærerutdanningen 5. -10. trinn*. Hentet fra:  
[http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/lover\\_regler/retningslinjer/2010/nasjonale-retningslinjer-for-grunnskolel.html?id=640249](http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/lover_regler/retningslinjer/2010/nasjonale-retningslinjer-for-grunnskolel.html?id=640249)
- Kunnskapsdepartementet. (2010b). Forskrift om rammeplan for grunnskolelærerutdanningene for 1.–7. trinn og 5.–10. trinn. Hentet fra:  
[http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/lover\\_regler/forskrifter/2010/forskrift-om-rammeplan-for-grunnskolelar.html?id=594357](http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/lover_regler/forskrifter/2010/forskrift-om-rammeplan-for-grunnskolelar.html?id=594357)
- Kunnskapsdepartementet. (2011). *IKT og digital kompetanse*. Hentet fra:  
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/tema/grunnopplaring/satsingsomrader/program-for-digital-kompetanse-.html?id=279659>
- Kvale S & Brinkmann S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*. (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Loveless, A. (2007). Preparing to teach with ICT: subject knowledge, Didaktik and improvisation. *The Curriculum Journal*, 18(4), p.p.509-522, DOI: 10.1080/09585170701687951.
- Maheux, J.-F. & Lajoie, C. (2010). On Improvisation in Teaching and Teacher Education. *An International Journal of Complexity and Education*, Volume 8(2), pp. 86-92.



- Meld. St. 18. (2010–2011). *Læring og fellesskap: Tidlig innsats og gode læringsmiljøer for barn, unge og voksne med særlige behov*. Hentet fra:  
<http://www.regjeringen.no/pages/16246827/PDFS/STM201020110018000DDD/PDFS.pdf>
- Mishra, P. & Koehler, M. J., (2008). *Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge*. (Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York City, March 24–28. 2008). Hentet fra:  
[http://punya.educ.msu.edu/presentations/AERA2008/MishraKoehler\\_AERA2008.pdf](http://punya.educ.msu.edu/presentations/AERA2008/MishraKoehler_AERA2008.pdf)
- Montuori, A. (2005). Literature Review As Creative Inquiry: Reframing Scholarship As a Creative Process. *Journal of Transformative Education*, 3(4) 374-393. DOI: 10.1177/1541344605279381.
- Myklebust, J. O. (2002). Utveljing og generalisering i kasusstudiar. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift* 5/2002, 423-438. (Nordisk tidsskriftdatabase: Idunn.no).
- Neyland, J. (2004). Playing outside: An introduction to the jazz metaphor in mathematics education. *Australian Senior Mathematics Journal*, 18(2) p8-16. Hentet fra: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ720049.pdf>
- Nilssen, V. L., Wangsmo-Cappelen, V. & Gudmundsdóttir, S. (1996). *Dæm tenkt på ein heilt anna måte enn ka æ gjor: en kasusstudie av en lærerstudents matematikkundervisning i 2. klasse*. Skriftserien Klasseromsforskning, Trondheim: Tapir forlag.
- Niss, M. & Jensen, H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning I Danmark*. (Nr 18) København: Undervisningsministeriets forlag
- Nyheim, M. (2010). *Commedia dell'Arte i videregående skole: En utforskning av 17-åringers møte med teaterformen*. (Masteravhandling, Trondheim: NTNU)
- Polit, D. F. & Beck, C. T. (2012). *Nursing research: generating and assessing evidence for nursing practice*. (9th ed.) Philadelphia, Pa.: Wolters Kluwer Health

- Postholm, M. B. (2008). Vygotskijs og Bakhtins perspektiver: i teori og praksis. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*. 92(3), 198-210.
- Postholm, M.B. (2010). *Kvalitativ metode: En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasesstudier*. (2. utg). Oslo: Universitetsforlaget.
- Rangnes, T. E. (2012). *Elevers matematikksamtaler: Læring i og mellom praksiser* (PhD, Universitetet i Agder). Hentet fra:  
<http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/139728/Rangnes%20-%20phd%20%20avhandling.pdf?sequence=1>
- Ryen, A. (2002). *Det kvalitative intervjuet. Fra vitenskapsteori til feltarbeid*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Sandstad, E. (2012). «Du tenker mindre på matte'n, egentlig!» Et søkelys på norske elevers bruk av digitale hjelpemidler i matematikk. (Masteroppgave, Universitetet i Oslo). Hentet fra:  
[https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/34112/Sandstad\\_Master.pdf?sequence=1](https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/34112/Sandstad_Master.pdf?sequence=1)
- Santagata, R., Zannoni, C. & Stigler, J. W. (2007). The role of lesson analysis in pre-service teacher education: an empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based field experience. (*J Math Teacher Educ*, 10 p.p.123–140). DOI 10.1007/s10857-007-9029-9.
- Sawyer, R. K., (2004). Creative Teaching: Collaborative Discussion as Disciplined Improvisation. *American Educational Researcher Association*, Vol. 33(2). pp. 12-20.
- Senter for IKT i utdanningen. (2014). *Monitor skole - kartlegging av norsk grunnopplæring*. Lest 10.11.2014 fra: <http://iktsenteret.no/prosjekter/monitor-skole-kartlegging-av-norsk-grunnopplaering>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), p.p. 4-14
- Sidorkin, A. M. (1999). *Beyond Discourse: Education, the Self, and Dialogue*. Albany: State University of New York Press.

- NCH Software. (2013). *Express Scribe. Transcription Software*. Hentet fra:  
<http://www.nch.com.au/scribe/index.html>
- Silverman, D. (2006). *Interpreting qualitative data: methods for analyzing talk, text and interaction* (3 rd.ed). Los Angeles: SAGE.
- Statistisk sentralbyrå, (2014). *Bruk av IKT i husholdningene, 2014, 2. kvartal*. Hentet fra: <http://www.ssb.no/ikthus>
- St.meld. nr. 11. (2008-2009). *Læreren: Rollen og utdanningen*. Hentet fra:  
<http://www.regjeringen.no/pages/2150711/PDFS/STM200820090011000DDDPDFS.pdf>
- St. meld. nr. 31. (2007-2008). *Kvalitet i skolen*. Hentet fra:  
<http://www.regjeringen.no/pages/2084909/PDFS/STM200720080031000DDDPDFS.pdf>
- Store norske leksikon. (2013. 12. august). *Improvisasjon*. Hentet 26. oktober 2014 fra  
<https://snl.no/improvisasjon>
- Streitlien, Å. (2006) *Rom for deltakelse, en studie av interaksjon og kommunikasjon i matematikkundervisningen*. (PhD, Oslo: Universitet i Oslo).
- Säljö, R. (2001). *Læring i praksis. Et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen Akademiske Forlag.
- Tømte, C., Kårstein, A. & Olsen, D.S. (2013). *IKT i lærerutdanningen: På vei mot profesjonsfaglig digital kompetanse?* (NIFU, Rapport 20/2013). Hentet fra:  
<http://khrono.no/sites/khrono.no/files/nifurapport2013-20.pdf>
- Utdanningsdirektoratet. (2012). *Rammeverk for grunnleggende ferdigheter*. Hentet fra:  
<http://www.udir.no/Lareplaner/Forsok-og-pagaende-arbeid/Lareplangrupper/Rammeverk-for-grunnleggende-ferdigheter/>
- Utdanningsdirektoratet. (2013). *Revidert eksamensordning i matematikk*. Hentet fra:  
<http://www.udir.no/Vurdering/Eksamen-videregaende/Endringer-og-overgangsordninger/Endringer/eksamensordning-skriftlig-eksamen-i-matematikk/>

- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*. Los Angeles, Calif: Sage. (5th ed).
- Yin, R. K. (2011). *Qualitative research from start to finish*. New York: Guilford Press.
- Yin, R. K. (2012). *Applications of case study research* (3 utg.). Los Angeles, CA: Sage.
- Veine, S. (2006). Det spontane rom - rommet hvor alt kan skje. I K. Steinsholt & H. Sommerro. *Improvisasjon: Kunsten å sette seg selv på spill*. Oslo: N.W. DAMM&SØN AS.
- Vesterdal, A. L. Ø. (2011). *Kommunikasjon mellom lærer og elever i et undersøkende og et tradisjonelt matematikklasserom*. (Masteravhandling, Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU). Hentet fra: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:427896/FULLTEXT01.pdf>
- Vygotskij, L., Lurija, A. R., Diderichsen, A. & Larsen, S. O. (1971-1974). *Tenkning og språk*. (2 b.). København: Reitzel.
- Выготский, Л.С., Рыдалин, Р. В. & Панкрашина, О. В. (2011). *Мышление и речь*. Москва: Издательство Астрель. (Vygotskij, L. S., Rydalin R. V. & Pankrashina, O. V. (2011). *Myshlenie i retch/tenkning og tale*. Moskva: Astrel forlag).
- Webb, M. & Cox, M. (2004). A Review of Pedagogy Related to Information and Communications Technology. *Technology, Pedagogy and Education*, 13(3). Hentet fra: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14759390400200183>
- Wigestrands, S. R. Tenk fort! (2006). I K. Steinsholt & H. Sommerro. *Improvisasjon: Kunsten å sette seg selv på spill*. Oslo: N.W. DAMM&SØN AS
- Wikipedia, (2013. 30. mai). *Kontekst*. Hentet 26.oktober 2014 fra: <http://no.wikipedia.org/wiki/Kontekst>

## **Diagram og figurer**

Diagram 1. Improvisasjon i tidsperspektiv. (Kruse s.38)

Figur 1, 20-tallsystem

Figur 2, 412 i 20-tallsystem

Figur 3, romersk og 10-tallsystem

Figur 4, studentenes bruk av artefakter

Figur 5, 3 skjermbilder fra (PP)-undervisning

Figur 6, 3 eksempler på arbeidet med firkanter

Figur 7, diagonalenes egenskaper

Figur 8, 4 firkanter: parallelogram, kvadrat, rektangel og drake

## Vedlegg 1

Målgruppe: – studentane i lærarutdanningane

### **Førespurnad om deltaking i forskingsprosjektet ”Improvisasjon i lærarutdanninga”**

#### **Bakgrunn og føremål**

Gjennom prosjektet tek vi sikte på å utvikle og evaluere institusjonen sine lærarutdanningar, mellom anna ved å setje fokus på utvikling av lærarstudentane sine improvisasjonsferdigheiter, ferdigheiter innan formativ og læringsretta vurdering og det å bruke eksempel som pedagogisk verkemiddel for god undervisning. Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd.

#### **Kva innebær deltaking i studien?**

Vi ønskjer å gjennomføre observasjon og videoobservasjon av undervisningsøkter og å intervju studentar om undervisninga.

#### **Kva skjer med informasjonen om deg?**

Alle personopplysningar vil bli handsama konfidensielt. Data frå observasjon og videoobservasjon vil bli lagt fram til diskusjon for forskargruppene i prosjektet. Alle data vil bli brukt som vitenskapleg grunnlag for ulike typar publikasjonar som vitenskaplege artiklar, bøker og bokkapittel. Dersom videodata skal brukast i publikasjonar skal dette førehandsgodkjennast av alle involverte. I alle andre tilfeller vil data bli anonymisert.

Prosjektet skal etter planen avsluttast 01.03.2016. Alt datamateriale vil bli anonymisert før/ved prosjektslutt.

#### **Frivillig deltaking**

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke samtykket ditt utan grunngeving. Dersom du trekker deg, vil alle opplysningar om deg bli anonymiserte.

Dersom du har spørsmål til studien, ta kontakt med prosjektleiar Knut Steinar Engelsen, tlf 97188380, eller forskingsleiar Magne Espeland, tlf 90069940

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS.

#### **Samtykke til deltaking i studien**

Eg har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta

-----  
(Signert av prosjektdeltakar, dato)

## Vedlegg 2

Oppgaven studentene jobbet med etter filmen om en erfaren lærer

Første oppgave i filmen om bruk av GeoGebra

<http://www.skoleipraksis.no/matematikk-8-10/filmer/geogebra/>

En utforsking av den første oppgaven i filmen i forhold til steg 1 og 2 (Stein et al., 2008):

*Vi har fire utsagn om firkantens diagonaler:*

- 1) Diagonalene er like lange*
- 2) Den ene diagonalen går gjennom den andres midtpunkt*
- 3) Diagonalene skjærer hverandre på midten*
- 4) Diagonalene står vinkelrett på hverandre*

*Bruk GeoGebra til å tegne en firkant der du kan svare ja på:*

*- alle 4 utsagnene- 3 av utsagnene- 2 av utsagnene- ett av utsagnene- ingen av utsagnene*

**Selv om det står «tegn», har lærerutdanneren lagt vekt på at studentene skulle konstruere firkantene.**

Tegn en firkant i GeoGebra der du kan svare ja på alle 4 utsagnene.

Tegn en firkant i GeoGebra der du kan svare ja på 3 av utsagnene.

Tegn en firkant i GeoGebra der du kan svare ja på 2 av utsagnene.

Tegn en firkant i GeoGebra der du kan svare ja på ett av utsagnene.

### Vedlegg 3

Oppgave 2. Diagonalenes egenskaper i ulike firkanter

## Oppsummering av diagonalenes egenskaper ved de ulike firkantene

	Trapez	Drake	Parallelogram	Rektangel	Rombe	Kvadrat
Diagonalene er like lange						
Den ene diagonalen går gjennom den andres midtpunkt						
Diagonalene skjærer hverandre på midten						
Diagonalene står vinkelrett på hverandre						
Andre betingelser/krav?						



## Vedlegg 4

Hvordan lede en matematisk samtale?

**Rammeverket** fra Stein, Engle, Smith og Hughes (2008) er tenkt å hjelpe lærerstudentene i å forberede og lede en samtale der elevenes strategier, tenkning og argumentasjon blir synlige i plenum. De beskriver 5 steg som kan hjelpe lærere å lede hva de kaller en produktiv klasseromsdiskusjon i matematikk.

*5 steg for å lede en matematisk klasseromssamtale:*

1. *Forberede og forutse:* Planlegge en eller noen få oppgaver som alle skal prøve seg på. Oppgavene må være litt vanskelige, men samtidig mulige å løse. Kan godt ha en lav inngangsterskel, men bør ha fokus på relasjonell forståelse hvor det å argumentere og resonnere er viktig. Sentralt i dette steget er å prøve å forutse hvordan elever vil angripe problemet, hvilke strategier de vil bruke, osv. Prøve å sette seg inn i elevperspektivet. Et annet moment er å relatere problemet til hvilke matematiske begreper, representasjoner, prosedyrer og aktiviteter elevene skal lære. Hva er de matematiske ideene? Her kan det være viktig å bruke ressurser som læremidler, forskning, osv.
2. *Innhente og identifisere:* Elevene arbeider med oppgavene mens læreren går rundt og ser hvordan de løser oppgavene og hvordan de tenker. Et viktig moment er å innhente informasjon om ulike strategier og argumentasjoner som elevene tar i bruk. Spesielt er det viktig å fokusere på hovedbegrepene/ideene som er målet for timen. I dette steget er målet å identifisere det matematiske læringspotensialet for strategiene og argumentasjonene som elevene tar i bruk.
3. *Hensiktsmessig utvelgelse:* Velge ut elever som skal presentere sine strategier og argumenter for resten av klassen. Utvelgelsen baserer seg på de matematiske ideene som skal diskuteres i klassen, slik at ideene kan bli illustrert, poengtert og generalisert. Elevene velges derfor ut fra hvem som har noe å tilføre som de andre bør se. Fint om strategiene er på ulik nivå, eller bruker ulik representasjonsform. Læreren kan også tilby en veiledningshjelp i utforskningsfasen til elever som ser ut til å bevege seg i en retning, men stopper opp på veien. Lærer kan også tilby en strategi som ingen har gjort, dersom han/hun mener den er veldig viktig.
4. *Bestemme hensiktsmessig rekkefølge:* Planlegge rekkefølgen disse elevene bør presentere i. Planlegg gjerne slik at de mest avanserte strategiene og argumentene kommer til slutt, eller den strategien som er mest brukt først, lettest å forstå, vanlig som misforståelse eller mest forskjellig fra de andre.
5. *Sammenbinde strategier og argumenter:* Læreren hjelper elevene med å se sammenhenger mellom matematiske ideene som speiles i strategiene og argumentasjonen. Hjelper elevene med å forstå og vurdere de ulike strategiene i forhold til hensiktsmessighet, effektivitet, fleksibilitet, bruksområder, osv. Studere likheter og ulikheter, drøfte svakheter og styrker. Målet er at elevenes presentasjoner bygger på hverandre slik at de sammen utvikler viktige matematiske ideer og tanker.