



UNIVERSITETET I AGDER

En lærers undervisningsmetoder i geometri på 8. trinn når GeoGebra brukes

Studie av ulike orkestreringstyper og deres betydning i undervisningen

Ådne Øystese

Veiledere

Ingvald Erfjord

Per Sigurd Hundeland

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntar ansvar for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Universitetet i Agder, 2016

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for matematiske fag

Forord

Etter seks spennende, slitsomme og ikke minst morsomme år på Universitetet i Agder kan jeg omsider kalle meg lektor i grunnskolen. Det å lære bort noe har alltid vært en del av hvem jeg er. Nå som jeg endelig er ferdig med dette studiet bærer jeg faktisk lisens på det å lære bort. Det kan jeg takke mine flotte lærere på UiA for.

Når jeg startet mitt arbeid med masteren ble jeg introdusert for et samarbeid med DIM-prosjektet. Jeg ønsker å rette en stor takk til DIM-prosjektet for sin gjestfrihet og vilje til å inkludere meg i arbeidet. Jeg er veldig takknemlig for at læreren som har utholdt mine observasjoner og videoopptak har gitt meg muligheten til å forme denne oppgaven.

Førsteamanuensis Ingvald Erfjord og førsteamanuensis Per Sigurd Hundeland har vært mine veiledere dette året. De har sammen gitt meg tilbakemeldinger som har bidratt til å løfte både meg og oppgaven. Diskusjonene har vært utrolig spennende og jeg har lært masse av dem begge. Det er ingen tvil om at to veiledere er dobbelt så bra. De fortjener en stor takk for å ha delt sin innsikt, erfaring og vist tålmodighet i prosessen. Jeg setter stor pris på all den tiden de har brukt på meg.

Til mine medstudenter som har hjulpet meg i diskusjonen og gitt meg ny giv til skrivingen. Tusen takk

Avslutningsvis vil jeg takke familien min og nærmeste venner for å ha gitt meg motivasjon, støtte og ikke minst tålmodighet. Særlig vil jeg takke min samboer Oda Marie Horvei Lyslo. Hun har vært definisjonen på solid, omsorgsfull, tålmodig og behjelpelig gjennom en utfordrende og tidkrevende periode.

Kristiansand, november 2016

Ådne Øystese

Sammendrag

Implementering av digitale verktøy har hatt stor påvirkning på hvordan lærere velger å undervise i klasserommet de siste årene. I denne masterstudien har jeg fulgt prosjektet Digital interaktiv matematikkundervisning. Målsetningen i prosjektet er å skape innovativ undervisning i matematikk der anvendelse av digitale hjelpemidler står i fokus. Denne masterstudien tar for seg lærerens valg av undervisningsmetoder i matematikkemnet geometri. Her fremstilles lærerens bruk av digitale verktøy i plenumsundervisningen. Dermed er mitt forskningsspørsmål formulert slik: *Hva karakteriserer en lærers undervisningsmetoder i geometri på 8. trinn når GeoGebra brukes?*

Da jeg undersøke dette forskningsspørsmålet valgte jeg å basere min datainnsamling på undervisningssekvenser der bruk av digitale verktøy benyttes i plenum. Metoden for datainnsamling ble gjort ved videoopptak og observasjon av undervisning gjennom en periode på tre uker. Ved anvendelse av den instrumentelle tilnærming (Instrumental Approach) og teori om klasseromdiskurs har det blitt formet et analyseverktøy. Dette analyseverktøyet ble brukt til å identifisere ulike undervisningsmetoder og beskrive karakteristiske trekk ved disse. Den instrumentelle tilnærmingen retter fokuset mot utnyttelsen av digitale verktøy i undervisningen. Gjennom en såkalt instrumental genesis vil eleven utvikle ny kunnskap i interaksjon med verktøyet. Disse undervisningsmetodene er definert som orkestreringstyper av den instrumentelle tilnærmingen.

Det ble foretatt en kvalitativ undersøkelse av videoopptak og observasjoner gjort underveis i datainnsamlingsprosessen. Her ble forskjellige samspill mellom orkestreringstyper avdekket. Klasseromsdiskusjon og bruk av en såkalt skjerpa-elev var blant lærerens fremtredende orkestreringstyper. Tekniske demonstrasjoner av digitale verktøy og forklaringer av matematiske begrep sett i relasjon til programvaren GeoGebra er også drøftet i denne studien. Samlet viser studien en oversikt over ulike undervisningsmetoder i matematikkundervisningen der digitale verktøy tas i bruk.

Abstract

Implementation of digital tools has had a major impact on how classroom teaching should be conducted. This master thesis has followed the project Digital interactive mathematics teaching. The goal of the project is to create innovative teaching mathematics where focus is directed towards the use of digital tools. Teaching methods concerning the plenary teaching in the mathematics subject geometry are addressed. My research question is formulated accordingly: What characterizes a teacher's teaching methods in geometry in the 8th grade when GeoGebra is used?

The empirical data is based on plenary teaching sequences where digital tools are in use. The method of data collection was done by video recording and observation through a period of three weeks. My research tool was formed by using the theory of Instrumental Approach and the theory of classroom discourse concerning IRF-discourse. This tool was built to identify different teaching methods and describe their characteristics. The theory of instrumental genesis emphasizes a major concern to the tool used to mediate human activity for carrying out a task. The teaching methods related to my research question are defined as orchestration types within the instrumental approach.

It was conducted a qualitative survey of video recordings and observations made during the data collection process. Various interactions between orchestration types were revealed. Classroom discussion concerning the computer screen and the use of sherpa-students was among these orchestration types. Demonstrations of digital tools and teacher explanations related to mathematical concepts within GeoGebra was also discussed in this study. Overall, the thesis provides an overview of different teaching methods in mathematics where digital tools are being adopted.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Mål, problemstilling og forskningsspørsmål	1
1.3 Begrepsavklaring	2
1.4 GeoGebra.....	2
1.5 Strukturen i oppgaven.....	3
2. Teoretisk perspektiv	4
2.1 Instrumentell tilnærming	4
2.1.1 Instrumentell orkestrering	6
2.2 Klasseromsdiskurs	9
3. Metode.....	10
3.1 Metoder for datainnsamling.....	10
3.1.1 Klasseromsobservasjoner/feltnotater	10
3.1.2 Videoopptak i klasserom.....	11
3.2 Mål for undervisningsperioden.....	11
3.3 Deltakerne.....	12
3.4 Utforming av analyseverktøyene.....	13
3.5 Metoder for dataanalyse	16
3.6 Kritisk vurdering av metodene og forskningsdesign.....	17
3.7 Ethiske overveielser.....	18
4. Analyse.....	19
4.1 Analyse av lærerens orkestreringer	19
4.1.1 Mandag 18. Januar 1. Undervisningstime.....	21
4.1.2 Tirsdag 19. Januar 1. Undervisningstime.	25
4.1.3 Mandag 25. Januar. 1. Undervisningstime.....	27
5. Diskusjon.....	29
5.1 Episode 1: Symbolet for 90 grader	29
Episode 1: Symbolet for 90 grader – Orkestrering	29
Episode 1: Symbolet for 90 grader – Klasseromsdiskurs.....	31
Explain-the-screen som supplement i klasseromsdiskusjonen	31
5.2 Episode 2: Vinklene i flagget	32
Episode 2: Vinklene i flagget – Orkestrering	32

5.3 Episode 3: Mangekant og regulær mangekant	33
5.4 Frekvensfordeling av de ulike orkestreringstypene.....	34
6. Oppsummering	37
7. Konklusjon	39
8. Kritiske refleksjoner	41
9. Referanseliste	43
Vedlegg 1. Analyse av undervisningstimer.....	46
4.1.4 Tirsdag 19. Januar 2. Undervisningstime	46
4.1.5 Torsdag 21. Januar 1. Undervisningstime.....	48
4.1.6 Tirsdag 26. Januar 1. Undervisningstime.	51
4.1.7 Tirsdag 26. Januar 2. Undervisningstime.	55
4.1.8 Mandag 2. Februar 1. Undervisningstime.....	56
Vedlegg 2. Resultater av analysetabell for orkestreringer	57

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Digital kompetanse har preget undervisningen i skolen og har vært i stor utvikling de siste årene. Utdanningsdirektoratet (2006) begrunner viktigheten av digitale verktøy i matematikkundervisningen. De digitale verktøy kan synliggjøre forbindelser mellom ulike representasjoner og tilføre nye perspektiver på de matematiske begrep og emner i undervisningen. Muligheten dynamiske programvarer tilbyr undervisningen kan hjelpe lærere å gjøre matematikken mer tilgjengelig for elevene (Utdanningsdirektoratet, 2006).

Siden M87 har digitale verktøy hatt en offisiell rolle i undervisningen. Emnet *problemløsning og data* ble innført som det første matematikkemnet der arbeidsplattformen var datamaskinen. I en årrekke med flere reformer i skolen har vi sett en stadig vektlegging av digitale verktøy. Da Kunnskapsløftet (LK06) ble innført i 2006 har vi sett at læreplanen for matematikk har blitt revidert flere ganger. Her har vi også sett en tilspising av matematikkfaget og rollen til de digitale hjelpemidlene i undervisningen. Et av de store vendepunktene for digitale verktøy i skolen kom da LK06 innførte de fem grunnleggende ferdighetene. Denne grunnleggende ferdigheten beskriver utdanningsdirektoratet på følgende måte;

«Digitale ferdigheter i matematikk inneber å bruke digitale verktøy til læring gjennom spel, utforskning, visualisering og presentasjon. Det handlar òg om å kjenne til, bruke og vurdere digitale verktøy til berekningar, problemløysing, simulering og modellering. Vidare vil det seie å finne informasjon, analysere, behandle og presentere data med formålstenlege verktøy, og vere kritisk til kjelder, analysar og resultat. Utvikling i digitale ferdigheter inneber å arbeide med samansette digitale tekstar med aukande grad av kompleksitet. Vidare inneber det å bli stadig meir merksam på den nytten digitale verktøy har for læring i matematikkfaget (Utdanningsdirektoratet, 2013, s.5).

Denne grunnleggende ferdigheten tilsier også at lærerens kompetanse må stå i stil med hva som forventes av elevene. Dette masterprosjektet skal i samarbeid med forskningsprosjektet Digital interaktiv matematikkundervisning, herav forkortelsen DIM, undersøke lærere og elevers oppfatninger, erfaringer og læring ved bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen.

1.2 Mål, problemstilling og forskningsspørsmål

Dette masterprosjektet som er en del av DIM-prosjektet som tar for seg undersøkelser på elever og læreres bruk av dynamisk programvare som blant annet GeoGebra i matematikkundervisningen.

I denne studien vil jeg hovedsakelig ta for meg én lærers bruk av programvaren GeoGebra i geometriundervisningen og se dette i lys av teori knyttet til instrumentell orkestrering og klasseromdiskurs.

Fra mine tidligere studieår har jeg benyttet teorien om instrumentell orkestrering og rettet denne mot elevers bruk av digitale verktøy. Med masterprosjektet har jeg derimot valgt å legge fokus over på lærerens undervisningsmetoder der digitale verktøy utnyttes i plenumundervisningen. Undervisningen ble analysert ved hjelp av et analyseverktøy utviklet som en del av denne studien for å beskrive én lærerens organisering og kommunikasjon med elevene i matematikkfaget når

digitale verktøy tas i bruk. Jeg ønsker å se nærmere på kommunikasjonsmønsteret til læreren og hvordan dette kan sees i sammenheng med den instrumentelle orkestreringen beskrevet av Drijvers (2010) og Trouche (2004). Ønsket i denne studien er å belyse følgende forskningsspørsmål:

- *Hva karakteriserer en lærers undervisningsmetoder i geometri på 8. trinn når GeoGebra brukes?*

1.3 Begrepsavklaring

Læreplanen for grunnskolen bruker begrepet *digitale verktøy*, men definerer ikke dette nærmere. I denne oppgaven har jeg valgt å definere digitale verktøy som en samlebetegnelse på de ulike maskinvarene og programvarene som brukes i undervisningen. Eksempler på digitale verktøy kan være programvaren GeoGebra og den interaktive tavlen som jeg referer til som smartboard.

Begrepet *undervisningsepisode* og *episode* går igjen i store deler av oppgaven og beskriver begge et utdrag av undervisningen. En episode beskriver en undervisningssekvens der læreren kommuniserer med elevene og omvendt. En undervisningssekvens kan eksemplifiseres slik; En lærer velger å introdusere symbolet for 90 grader til vinkelen. Læreren velger å gjøre dette muntlig foran klassen ved hjelp av smartboardet. Sekvensen ender når læreren anser det som naturlig å jobbe med emnet på en annen måte, for eksempel ved individuelt arbeid.³

1.4 GeoGebra

GeoGebra er en gratis programvare som tilbyr en dynamisk visualisering av matematikk. Programvaren er utviklet spesielt med hensyn til pedagogiske formål og kombinerer geometri, algebra og numeriske utregninger. Når jeg nå skal redegjøre for særtrekkene ved GeoGebra vil jeg vise til Sangwin (2007) sin beskrivelse av programvaren. Sangwin er professor ved University of Birmingham og har de siste årene publisert flere studier rettet mot IKT og algebra.

“GeoGebra is the brainchild of Markus Hohenwarter, which joins geometry, algebra and calculus. On the one hand, GeoGebra is a dynamic geometry system in which you work with points, vectors, segments, lines, and conic sections. On the other hand, equations and coordinates can be entered directly. Functions can be defined algebraically and then changed dynamically afterwards. GeoGebra has a simple CAS in the background which has the ability to deal with variables for numbers, vectors and points, find derivatives and integrals of functions and offers commands like Root or Extremum. These two views are characteristic of GeoGebra: an expression in the algebra window corresponds to an object in the geometry window and vice versa. Although GeoGebra has been designed for education in secondary schools, it certainly has uses in Higher Education for demonstrations in lectures or for students to use in exploring functions, graphs and so on” (Sangwin, 2007, s. 36).

DIM-prosjektet hadde som formål å skape innovativ undervisning i matematikk i et digitalt preget læringsmiljø. Underveis i datainnsamlingsperioden ble GeoGebra benyttet som et sentralt verktøy i undervisningen for å fremme dette målet.

1.5 Strukturen i oppgaven

For at leseren skal ha få en oversikt over oppgaven vil jeg i dette avsnittet beskrive oppgavens struktur. I det første kapitlet, som for øvrig er gjennomgått, presenteres bakgrunnen for oppgaven, mål og forskningsspørsmål etterfulgt av en begrepsavklaring og en kort beskrivelse av programvaren GeoGebra. I kapittel 2 vil jeg gjøre rede for det teoretiske rammeverket som skal ligge til grunn når jeg skal analysere i mine innsamlede data. Kapittel 3 vil ta for seg metoden som er benyttet i oppgaven. Her vil jeg vise til metoder for datainnsamling, mål for undervisningsperioden, forskningsobjektene, utforming og anvendelse av analyseverktøy samt en kritisk vurdering av metodene og forskningsdesign. I kapittel 4 vil jeg ta for meg analysen av datamaterialet der jeg anvender analyseverktøyet som er utformet i oppgaven. Deretter vil jeg i kapittel 6 drøfte mine funn i lys av det teoretiske rammeverket som ligger til grunn for prosjektet. Her tar jeg sikte på å besvare forskningsspørsmålet. I Kapittel 7 vil jeg forme en konklusjon og noen implikasjoner for studien. Tilslutt følger et kapittel 8 som inneholder studiens referanseliste.

2. Teoretisk perspektiv

2.1 Instrumentell tilnærming

Den instrumentelle tilnærmingen er et teoretisk perspektiv som beskriver hvordan for eksempel en elev gjennom å bruke GeoGebra i undervisningen kan utvikle GeoGebra som et verktøy for egen forståelse av geometri. Når dette skjer, som kalles en instrumentell skapelse, sies det at GeoGebra blir et instrument for eleven. Flere forskere (Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravemeijer, 2010; Drijvers, Godino, Front & Trouche, 2012; Drijvers, Tacoma, Besamusca, Doorman & Boon, 2013; Erfjord, 2011; Haspekian, 2005) har publisert og arbeidet med denne tilnærmingen tilknyttet IKT i matematikkundervisning. Prinsippene til den instrumentelle tilnærming kan kategoriseres med følgende nøkkelord: Artefakt, instrument, instrumentell genesis, instrumentering, instrumentalisering, mentale skjema og instrumentell orkestrering. Disse vil jeg forklare ytterligere i kapittelet.

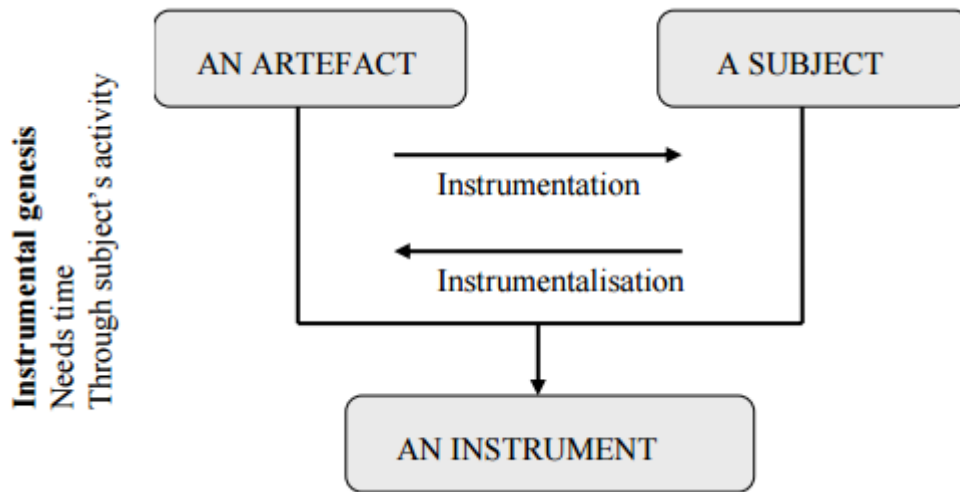
Grunntankene i den instrumentelle tilnærming kan på en måte forstås i lys av den sosiokulturelle teori, men det er viktig å påpeke det kognitive aspektet som omhandler optimaliseringen av arbeidsverktøy for å hjelpe brukeren tanker. Gjennom kultur og sosial interaksjon har vi over tid utviklet kulturelle redskaper for å "overvinne" og mestre naturen (Vygotskij, Cole, John-Steiner, Scribner, & Souberman, 1978). Säljö (2001) definerer begrepene kultur og kulturelle redskaper slik:

"Kultur er noe som er skapt av mennesker, og som finnes mellom menneskene og omverdenen; vi lever i en delvis artefakt verden, og vi bearbeider vår omverden ved hjelp av intellektuelle redskaper og fysiske verktøy som er kulturelle og ikke naturgitte" (Säljö, 2001, s. 31).

De kulturelle redskapene som Säljö refererer til forklarer Brown (2009) som hjelpemidler vi mennesker behøver for å oppnå mål eller aktiviteter der menneskekroppen ikke strekker til. Wertsch (1998) beskriver menneskets forhold til kulturelle redskaper ved et eksempel der en stavhopper utnytter sin stav til å overkomme nye høyder. Funksjonen redskapet tilbyr skal hjelpe mennesket å forme og forandre omverdenen og vi kan anse det som en menneskelig ytre aktivitet der målet er å mestre naturens utfordringer. Slike redskaper kan være en hammer, en penn eller en programvare på en datamaskin.

I min forskning vil jeg ta for meg lærerens og elevenes bruk av de ulike digitale hjelpemidlene som observeres i geometriundervisningen. Jeg ønsker å se på hvordan læreren legger til rette for innlæringen av geometriemnet og hvilke metoder læreren bruker når hun tar i bruk hjelpemidlene i undervisningen. Denne innlæringsprosessen defineres av Rabardel (2002) som viser til elevens utvikling av mentale skjema. Disse mentale skjemaene utvikles i samhandling med artefaktet og involverer teknikken som brukes for å styre artefaktet på en meningsfull måte og kunnskapen om hvilke situasjoner artefaktet kan brukes i (Drijvers, Godino, Font og Trouche, 2012). Dette er en kompleks prosess og vi kaller den for instrumentell genesis. Med hensyn til språket ønsker jeg å oversette dette begrepet til instrumentell skapelse. Jeg vil presisere ordet *skapelse* der jeg viser til utviklingsprosessen mellom mennesket og artefaktet. Skapelsen vil skje over en lenger en periode der det opprinnelige artefaktet innarbeides og blir et instrument til brukeren. Jeg vil understreke at denne utviklingsprosessen tar tid.

Når Drijvers og hans kolleger beskriver instrumentell skapelse refererer de til to prosesser: instrumentation og instrumentalisation. Jeg ønsker å oversette disse til instrumentering og instrumentalisering. Før jeg går videre i beskrivelsen av disse prosessene vil jeg vise til Erfjord (2011) som har illustrert forholdet mellom disse prosessene.



Figur 2.1: Prosessene i instrumentell skapelse

Disse to prosessene beskriver forholdet mellom artefaktet og brukeren. Som et eksempel på disse prosessene har jeg valgt å vise til Erfjord (2011) der han viser en instrumentell tilnærming til læreres bruk av digital geomerty software (DGS). Den første beskrivelsen tar for seg instrumentaliseringprosessen til elevene:

“I interpret a student’s instrumentalisation process (cf. Trouche and Drijvers 2010) in a DGS environment to be about investigation of mathematics with the DGS. ... The F-teacher wanted the students to explore and discuss possible lines of action to the open tasks, which I consider being orchestration of students’ instrumentalisation processes” (Erfjord, 2011, s. 50)

Når en elev bruker og former et artefakt ut ifra sitt mentale skjema ser vi en instrumentaliseringprosess: Denne prosessen viser til elevens tekniske forståelse av verktøyet. Videre eksemplifiserer Erfjord hvordan instrumenteringsprosessen kan tolkes i en undervisningssekvens.

“A student’s instrumentation process is interpreted to be about developing experience of affordances and constraints in the DGS, including how the DGS represents mathematical concepts and properties. ... When they (pupils) had a problem with their line of action with the DGS, the F-teacher helped them to progress. However, the F-teacher’s feedback and students’ lines of action were typically focusing on only parts of the instrumentation process, with very little emphasis on exploration of the mathematics and rather focused on development of abilities to use the DGS itself” (Erfjord, 2011, s. 50).

Mulighetene og begrensningene til artefaktet påvirker hvordan eleven bruker verktøyet og vi ser en instrumenteringsprosess: Her påvirker artefaktet elevens måte å se på matematikken (Drijvers et al, 2012). Haspekian (2005) argumenterer for at lærerens erfaringer påvirker måten det digitale verktøyet innarbeides hos elevene. Dette fører til at instrumenteringsprosessen kan bli mer tidkrevende dersom læreren ikke godt nok kjent med verktøyet. Her velger jeg å referere til Haspekian som definerer problemet ytterligere:

“A teacher who is a ‘non expert’ of the tool is poorly sensitised to the tool’s potentialities. First, she/he sees some differences/added complexity, she/he is poorly prepared to combine instrumentation and mathematics learning and, for these reasons, she/he hardly gets any benefit from current resources” (Haspekian, 2005, s. 137).

2.1.1 Instrumentell orkestrering

I denne oppgaven står lærerens utnyttelse av digitale hjelpemidler i fokus. Når jeg skal beskrive lærerens organisering av disse hjelpemidlene og undervisningsmetodene som brukes i klassen, ønsker jeg å ta utgangspunkt i den instrumentelle teori. Trouche (2004) introduserer begrepet instrumentell orkestrering som lærerens eksterne styring av elevenes instrumentelle skapelse. Slike orkestreringer beskriver metoden læreren bruker for å legge frem fagstoff for elevene og hvordan elevene organiseres i undervisningen for å oppnå målene for timen. Disse orkestreringene har Drijvers et al. (2010) beskrevet ytterligere og han definerer seks forskjellige orkestreringstyper. I dette delkapitlet vil jeg definere orkestreringstypene som observeres i undervisningsperioden.

Begrepet instrumentell orkestrering kan vi forstå slik et orkester er satt sammen med forskjellige instrumenter. Slik kan vi også se på undervisningssettingen, der læreren tar for seg de forskjellige instrumentene, altså elementene som skal være med å fremme den didaktiske delen av læringssituasjonen. En instrumentell orkestrering er definert av: Didactical configurations (regulering av artefakter i et matematisk miljø) og Exploitation mode (utnyttelsen av disse konfigurasjonene) (Trouche, 2004).

En didaktisk konfigurasjon tar for seg artefaktene tilgjengelig i et miljø. Dette innebærer læringssettingen og artefaktene som involveres i undervisningen. Trouche (2004) velger å trekke linjer til den musikalske metaforen av orkestrering, der den didaktiske konfigurasjonen kan sammenlignes med det å velge hvilke instrumenter som skal inkluderes i bandet og instrumentenes plassering i rommet. Slik instrumentenes bruk og posisjon i et orkester påvirker lydbildet, kan dette sammenlignes med hvordan digitale verktøy og elevenes organisering i matematikkundervisningen påvirker læringsutbyttet.

Exploitation mode velger jeg å oversette til utnyttelse av didaktisk konfigurasjon.

Drijvers et al. (2010) har tidligere tatt for seg klasseromsorkestreringer og delt disse inn i to kategorier; whole-class orchestrations og individual orchestrations (Drijvers, Tacoma, Besamusca, Doorman, & Boon, 2013). Med tanke på datainnsamlingsmetoden brukt i denne forskningsartikkelen har min mulighet til å se på disse to perspektivene vært begrenset. Mitt utgangspunkt vil være whole-class orchestrations der jeg ser på følgende seks orkestreringstyper definert i artikkelen *The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom* (Drijvers et al, 2010). Disse seks orkestreringstypene defineres ut ifra de

to elementene didaktisk konfigurering og utnyttelsesmulighetene og navngis: Technical-demo, Explain-the-screen, Link-screen-board, Discuss-the-screen, Sherpa-at-work og Spot-and-show.

Technical-demo

Denne orkestreringstypen tar for seg en demonstrasjonssekvens der lærer forklarer verktøys bruksområder og teknikker. Den didaktiske konfigureringen etterlyser tilgjengelighet av fasiliteter som projektorer og pultplassering i klasserommet som lar elevene kunne følge med på demonstrasjonen. Som utnyttelsesmulighet kan læreren demonstrere teknikken i en ny setting eller forklare ut ifra tidligere elevarbeid hva som eventuelt skal komme under demonstrasjonen. Et eksempel på dette kan være: en demonstrasjon av vinkel-funksjonen i programvaren Geogebra der læreren viser klassen hvordan man beregner gradene til en vinkel. Demonstrasjonslignende orkestreringer er også typiske for ikke-teknologiske lærerstillinger. Drijvers et al. (2010) understreker at demonstrasjonen tar for seg de konkrete egenskaper som frembringer verktøyets muligheter og begrensninger.

Explain-the-screen

I denne orkestreringen tar læreren for seg det som skjer på dataskjermen og forklarer dette til klassen som en hel gruppe. Denne forklaringen tar for seg mer enn bare de tekniske egenskapene til verktøyet, men også det matematiske innholdet på skjermen. Den didaktiske konfigureringen vil være svært lik Technical-demo, med behov for en organisering av elevene der de på enkelt vis kan rette oppmerksomheten opp mot skjermen. Som utnyttelsesmulighet kan læreren bruke sine eller andre elevers arbeid og forklare fremgangsmåten for resten av klassen. Som eksempel kan læreren bruke en elevs arbeid med konstruksjoner i Geogebra som utgangspunkt når et begrep skal gjennomgås for klassen. I dette eksemplet ser vi også at IKT-verktøyet GeoGebra tilføyer det dynamiske elementet i oppgaven og gir et bredere bildet med flere eksempler i ett i motsetning til bruk av tradisjonell tavle. Slike forklarende orkestreringer oppstår også i ikke-teknologiske settinger, men blir ofte annerledes på den tradisjonelle tavlen.

Link-screen-board

Læreren utnytter denne orkestreringen ved å vise sammenhengen mellom det som skjer på skjermen og det som skjer i boken, på papir eller på tavla. I den didaktiske konfigureringen vil det i tillegg til projektor være nødvendig å kunne ha en tradisjonelltavle/smartboard og mulighet til å kunne se både tavle og skjerm som viser programvaren samtidig. En utnyttelsesmulighet kan være å bruke elevenes arbeid som utgangspunkt eller starte med et problem eller en oppgave læreren selv velger ut. Dette utgangspunktet forklares i programvaren og sammenligner resultatet med hvordan dette beskrives i boka, eller ved bruk av penn og papir. Denne typen orkestrering er helt spesiell i forhold til den teknologiske læringssettingen og lar seg sjeldent overføres til andre lærerstillinger (Kieran & Drijvers, 2006).

Discuss-the-screen

Discuss-the-screen orkestreringen utnytter plenumsformat der ønsket er å fremme læring ved å diskutere det som skjer på skjermen. Målet er å la elevene kollektivt oppnå instrumental skapelse. Den digitale konfigureringen inkluderer tilgang til digitale verktøy og en projektor i klasserommet. I tillegg kan tilgang til elevenes tidligere eller pågående arbeid og en

klasseromsetting som tillater diskusjon være nyttig. Utnyttelsesmulighetene i denne orkestreringen lar læreren ta utgangspunkt i elevarbeid, oppgaver og problemer for å skape en diskusjon i klasserommet. Dette kan eksemplifiseres ved at læreren og elevene diskuterer de forskjellige måtene man kan konstruere et kvadrat i GeoGebra. Å diskutere det som skjer på en tavle er vanlig i de fleste klasserom. Fordelen med et digitalt hjelpemiddel vil i dette tilfelle være at representasjoner og teknikker som oppstår i diskusjonen enkelt kan testes ut med dynamisk feedback (Drijvers et al., 2010).

Spot-and-show

Spot-and-show orkestreringen lar læreren plukke opp problemer eller interessante situasjoner som oppstår i planleggingsfasen av undervisningstimen. Lærerens intensjon ved bruk av denne orkestreringstypen kan være å avklare misoppfatninger i elevsvar eller skape diskusjon med utgangspunkt i tidligere arbeid som presenteres for klassen. Nedenfor ser vi et eksempel på bruk av Spot-and-show og hvordan man kan utnytte denne orkestreringstypen. I denne episoden ser vi at læreren oppdager en feil i leksene til en av elevene og spør eleven om den kan forklare tanken bak arbeidet for resten av klassen. Videre ser vi at læreren spør resten av klassen om de kan komme med andre forslag til hvordan oppgaven kan løses. Den didaktiske konfigurasjonen inkluderer også her tilgang til digitale hjelpemidler.

Sherpa-at-work

Sherpa-at-work orkestreringen tar i bruk en såkalt Sherpa-elev som presenterer sitt arbeid ved hjelp av teknologiske hjelpemidler, eller utfører en oppgave instruert av læreren. Den didaktiske konfigurasjonen i denne settingen krever tilgang til et digitalt hjelpemiddel der elevene i klasserommet kan observere sherpa-elevens handlingsmønster i utførelsen. Som en utnyttelsesmulighet kan læreren la sherpa-eleven presentere et arbeid eller emne foran klassen, eller veilede eleven i konkrete funksjoner som vises i plenum (Drijvers et al., 2010). Et eksempel på dette ser vi her. En lærer lar eleven bruke datamaskinen og projectoren til å vise forskjellige linjestykker i GeoGebra. Læreren instruerer eleven i fremgangsmåten når disse linjestykkene skal navngis.

Av disse seks orkestreringene mine har mitt analyseverktøy ikke hatt kapasitet til å avdekke én av orkestreringstypene; Spot-and-show. Dette forklares på bakgrunn av min rolle i planleggingsfasen til læreren der jeg ikke har observert eller hatt informasjon angående planen for undervisningen. Dette vil direkte påvirke min mulighet til å observere orkestreringstypen Spot-and-show, hvor orkestreringen krever innsyn i lærerens plan for undervisningssekvensene. Målet med denne oppgaven er å undersøke hvilke orkestreringstyper som observeres i undervisningsperioden. Ved en kort refleksjon over de seks orkestreringene ser vi at elev og lærerrollen kan variere. I Technical-demo, Explain-the-screen og Link-screen-board blir kommunikasjonen dominert av læreren. Elevenes deltakelse i timen forblir minimal og vi betrakter disse orkestreringene som lærersentrerte (Drijvers et al., 2010). Discuss-the-screen, Spot-and-show og Sherpa-at-work viser en større inkludering av elevene i undervisningen. Her får elevene større mulighet til å uttrykke seg og interaksjonen mellom lærer og elev blir større enn i de tre førstnevnte orkestreringstypene. Disse kan vi anse som elevsentrerte orkestreringstyper.

2.2 Klasseromsdiskurs

Teorien om klasseromsdiskursen fremstilt av Chin (2006) skal avdekke hvordan kommunikasjonen fremgår i analysen. Orkestreringstypene nevnt i kapittel 4.2 baserer seg på en kognitiv teori om tilegnelse av kunnskap. Kunnskapen eleven sitter med i de mentale skjemaene definert i den instrumentelle teori, er vanskelig å måle. For å beskrive forholdet mellom handling (praxis) og kunnskap (logos) velger jeg å referere matematikdidaktikeren Yves Chevallard:

“praxis refers to the practice, the know-how in some ways, while the logos refers to the theory, the discourse describing, legitimising, explaining, the praxis” (Chevallard i Wozniak, Bosch & Artaud, 2016).

Ved å bruke teorien om klasseromsdiskurs ønsker jeg å synliggjøre en del av elevens mentale skjema. Chevallard viser til våre argumenter og handlinger som en del av vår måte å uttrykke kunnskap. I dette teorikapitlet vil jeg ta for meg diskursen som en måte å uttrykke vår kunnskap.

Sincalir og Coulthard (1975) utviklet en modell for organisering av klasseromsdiskurs. Denne modellen introduserer oss for interaksjoner som finner sted i undervisningen. Interaksjonen mellom lærer og elev kan defineres ved en IRF (initiation – reponse – follow-up) struktur og gjenkjennes ved at læreren som besitter kunnskapen, initierer en utveksling av kunnskap i form av spørsmål eller utsagn. Elevenes respons til denne utvekslingen vil avgjøre om læreren må evaluere elevens svar eller følge opp med et nytt spørsmål eller utsagn. Wells (1993) påpeker elevens svar som essensiell for utveksling av kunnskap i undervisningen. Som lærer er vår oppgave å presentere variert og utfordrende arbeid for elevene. Dette betyr at lærerens tolkning av elevens svar og behov for videre oppfølging er viktig for hvordan eleven stimuleres i læringsprosessen. Når eleven får uttrykke sine tanker om et emne vil dette definere basisen for hvordan vi som lærere skal følge opp læringsprosessen og tilrettelegge for behovet til eleven (Wells, 1993). I utgangspunktet leser vi F som follow-up i denne diskursteorien. I min oppgave har jeg valgt en tolkning av Chin (2006) for å tydeliggjøre mitt fokus på oppfølgingen av elevens respons i undervisningen. Denne oppfølgingen velger Chin å definere som feedback:

“As for patterns of discourse, Mortimer and Scott (2003) expanded on the IRE or IRF structure by identifying the IRFRF chain where the elaborative feedback from the teacher is followed by a further response from a student. This form is typical of discourse that supports a dialogic interaction. As part of the feedback, the teacher could repeat a student’s comment to encourage the student to continue, elaborate on the comment, or ask for elaboration. By establishing this pattern of discourse, the teacher is able to explore students’ ideas” (Chin, 2006, s. 1318).

For å avgjøre orkestreringstypene læreren tar i bruk i en undervisningsepisode har jeg valgt å kombinere Drijvers et al. (2010) og Trouche (2004) teori om instrumentell orkestrering og et analytisk verktøy som gjør rede for diskursen i klasserommet utformet av Chin (2006). Dette analyseverktøyet er et resultat av Chins sitt arbeid med klasseromsdiskursen i realfag på 7. trinn. Dette analyseverktøyet er presentert i delkapittel 3.4.2

3. Metode

Metoden jeg anvender for å innhente datamaterialet bør underbygge mitt forskningsspørsmål på en hensiktsmessig måte. Forskningsspørsmålet som definerer min oppgave er: *Hva karakteriserer en lærers undervisningsmetoder i geometri på 8.trinn når GeoGebra brukes?* For å studere lærerens klasseromorkestreringer vil jeg først gi en innføring i valg av metode for datainnsamling (3.1) og en oversikt over matematikkemnene som ble undervist (3.2). Videre vil jeg ta for meg konteksten deltakerne befant seg i når jeg forsket (3.3). I delkapittel 3.4 vil jeg ta beskrive analyseverktøyet og deretter gjøre rede for metoden for analysen (3.5). Tilslutt vil jeg beskrive forskningsdesignet i studien (3.6) og etiske betraktninger (3.7).

3.1 Metoder for datainnsamling

Tidlig i mitt masterprosjekt ble jeg enig med mine veiledere om at observasjon ville egne seg best med hensyn til min problemstilling. Mitt forskningsspørsmål ønsker å belyse en lærers metodebruk i arbeid med geometriemnet der GeoGebra benyttes som verktøy. Mitt fokus har vært rettet mot lærerens plenumundervisning og i forberedelsene før datainnsamlingsprosessen ble det avklart at jeg skulle både observere og gjøre videoopptak av undervisningen. På forhånd av undervisningsperioden hadde jeg gjennom et instrumentelt teoretisk perspektiv avklart seks ulike former for klasseromorkestreringer. Disse seks kategoriene er definert i teorikapitlet og beskriver undervisningsmetoder læreren kan utnytte i undervisningen for å oppnå læring hos elevene. Orkestreringstypene er spesielt rettet mot lærerens og elevenes bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen. Disse vil utgjøre mitt fokusområde i datamaterialet. For å forsikre meg om at flest mulig detaljer i undervisningssekvensene fanges opp har jeg valgt videoopptak. (Postholm & Jacobsen, 2011). Som et tillegg til videoopptak har observasjon gitt meg mulighet til å utfylle eventuelle hendelser som ikke fanges opp av videoopptaket. Denne metodekombinasjonen vil kunne utfylle metodenes mangler (Postholm & Jacobsen, 2011). En ulempe med disse datainnsamlingsprosessene er at verken gir meg innsikt i hva som foregår i tankene til læreren eller elevene. Mitt teoretiske grunnlag tar forbehold i denne ulempen og argumenterer for hva en person tenker ut ifra handlingene som observeres.

3.1.1 Klasseromsobservasjoner/feltnotater

Arbeidet med datainnsamling startet midt i januar 2016 og pågikk frem til starten av februar. Første undervisningstime startet 18. Januar. Jeg plasserte meg bevisst bak i klasserommet, sittende under undervisningen. Jeg hadde en rolle som fullstendig observatør i undervisningssekvensen, men underveis i arbeidssekvensene ble min rolle tilnærmet deltaker som observatør. Med en rolle som fullstendig observatør er settingen hvor handlingene pågår ikke i direkte kontakt med observatøren. Her observerer en fra sidelinjen, men forblir tilstede i klasserommet (Postholm & Jacobsen, 2011). Jeg anser min rolle etter endt undervisningssekvens som lite relevant for min datainnsamling, der dette ikke påvirker lærerens planlagte orkestreringer. Med tanke på min rolle som deltakende observatør kan derimot orkestreringstypen læreren velger i arbeidssekvensene påvirkes der min rolle bidro til å hjelpe elevene. Det ble på forhånd avtalt at jeg som observatør ikke skulle ha noen rolle utover dette og dermed ble timene planlagt uten min assistanse som deltager. I undervisningssekvensene ble det foretatt feltnotater rettet mot orkestreringstypene som oppstod samtidig som et filmkamera tok opp timen. Feltnotatene ble gjort for å sikre detaljer som ikke ble oppfattet fra kameravinkel eller

lydopptaket på video. Disse dataene skulle dokumentere de ulike orkestreringstypene som oppstod og dermed identifiseres ut ifra det teoretiske perspektivet presentert i kapittel 4. Totalt ble det observert 13 klasses timer á 45 min, der fem av disse var arbeidstimer. Med dette ble de resterende åtte klasses timene med undervisning analysert gjennom videoopptak.

3.1.2 Videoopptak i klasserom

I denne studien ble det gjort videoopptak som utgjør majoriteten av mitt datamateriale. Målet med videoopptaket var å undersøke lærerens og elevenes handlinger med de digitale verktøy i plenumundervisningen. Videokameraet var satt på samme plass i klasserommet i hver eneste økt. Det var plassert slik at video viste alt som skjedde foran i klasserommet der både tradisjonell tavle og smartboard befant seg. Dette ga meg muligheten til å observere alle handlinger som læreren og elevene utførte når de digitale hjelpemidlene ble tatt i bruk. Videoopptakene ble lagret via minnepenn og ble lagt over på datamaskin etter endt undervisningssekvens. Disse opptakene stod til disposisjon underveis for videre analyse i etterkant av datainnsamlingsprosessen.

3.2 Mål for undervisningsperioden

Min datainnsamlingsperiode foregikk mellom 18. Januar og 2. Februar. I løpet av disse tre ukene var jeg tilstede i alle matematikktimene som ble undervist. Disse timene varierte med tanke på læringsmål og arbeidsmetoder. Kompetansemålene og læringsmålene for denne perioden ble lagt frem under DIM-møte før undervisningsperioden startet. Under vil jeg vise en oversikt over disse målene som er hentet fra læreplan i matematikk fellesfag (2013, s. 8-9). Dette er et utdrag av alle kompetansemålene i DIM-prosjektet der jeg bare har hatt mulighet til å observere geometriemnet.

Tabell 3.1: Kompetansemål og læringsmål i geometri

Kompetansemål	Læringsmål
Mål for opplæringa er at eleven skal kunne	Her skal du lære å
<p>Geometri</p> <ul style="list-style-type: none"> undersøkje og beskrive eigenskapar ved to og tredimensjonale figurar og bruke eigenskapane i samband med konstruksjonar og berekningar utføre, beskrive og grunngje geometriske konstruksjonar med passar og linjal og dynamisk geometriprogram bruke koordinatar til å avbilde figurar og utforske eigenskapar ved geometriske former, med og utan digitale verktøy 	<p>Geometriske byggesteiner</p> <ul style="list-style-type: none"> beskrive, tegne og kjenne igjen punkter, linjer, stråler og linjestykker forklare hva som menes med en vinkel måle og tegne vinkler og anslå størrelsen til vinkler kjenne igjen og bruke egenskaper til toppvinkler, nabovinkler, komplementvinkler, samsvarende vinkler, rette vinkler, spisse vinkler og stumpe vinkler <p>Konstruksjon</p> <ul style="list-style-type: none"> konstruere vinkler, normaler, parallelle linjer og geometriske figurer kjenne igjen og sette navn på geometriske figurer tegne og konstruere trekanter, firkanter og geometriske figurer som er satt sammen av trekanter og firkanter beregne vinkler i trekanter og firkanter

3.3 Deltakerne

Deltakerne i denne studien er elever fra en ungdomsskole på 8. trinn. Disse elevene begynte sitt andre semester på ungdomsskolen da datainnsamlingen fant sted. Alle elevene i denne klassen følger samme felles undervisning. Elevenes forhold til GeoGebra varierer og det er første gang på ungdomsskolen at denne programvaren er tatt i bruk. Elevene har brukt GeoGebra i tidligere undervisningsår på barneskolen. Alle elevene står oppført med én iPad hver med GeoGebra ferdiginstallert på maskinen. Disse maskinene ble stilt til disposisjon for elevene i forbindelse med DIM-prosjektet og maskinen brukes i flere fag inkludert matematikk. Det matematiske tema for denne studien er geometri. Det er 20 registrerte elever i klassen og avviket grunnet sykdom varierer mellom 0 til 2 elever. Godkjennelse av samtlige lærere og elever angående deltakelse i prosjektet ble gjennomført på forhånd av datainnsamlingsperioden. Min rolle som forsker ble introdusert første undervisningstime og læreren informerte elevene om hva hvilken rolle jeg skulle ha fremover i undervisningen. For å begrense mitt datamateriale valgte jeg å følge en av de to samarbeidsklassene på skolen. Med dette fikk jeg følge progresjonen til én av lærerne i geometriemnet. Læreren undervisningsplan bestod av to enkelttimer og én dobbelttime i uka. Her underviste læreren alene uten hjelpelærer. Min rolle ble hjelpelærer i noen arbeidstimer der observasjon ikke var relevant for min forskning.

3.4 Utforming av analyseverktøyene

I denne oppgaven har jeg benyttet to analyseverktøy, et for å identifisere lærerens valg av orkestreringstype og et for å identifisere klasseromdiskursen når læreren anvender de forskjellige orkestreringstypene. Målet med denne studien er å undersøke lærerens metodevalg i plenumundervisningen. Med dette som utgangspunkt ønsker jeg å belyse kommunikasjonsformen for å danne et bilde av diskursen som oppstår i de forskjellige orkestreringstypene. Diskursen kan hjelpe oss å forstå metodevalgene læreren foretar seg og samtidig vise hva orkestreringene tilfører plenumundervisningen. Det er viktig å understreke at mine tolkninger gjort utfra analyseverktøyene er en subjektiv antakelse basert på hva som observeres i undervisningen. Mitt grunnlag for å si hvorfor en undervisningsmetode benyttes vil derfor ikke være dekkende. Data om lærerens mål med undervisningsmetodene er ikke definert i oppgaven og skal derfor heller ikke vektlegges. Mitt perspektiv er rettet mot hvilke orkestreringstyper som benyttes og hvordan disse kan anvendes sett i lys av instrumentell teori.

3.4.1 Analyseverktøy for identifisering av orkestreringer

Før datainnsamlingsprosessen gjorde jeg meg kjent med instrumentell teori og orkestreringstyper definert i teorikapitlet. Analyseverktøyet som skulle identifisere orkestreringstypene ble formet med utgangspunkt i definisjonene beskrevet av Drijvers og hans kolleger (2010). For at jeg skulle kunne bruke verktøyet i praksis ønsket jeg å lage et oversiktlig avkrysnings skjema med mulighet til kommentarfelt der det var behov for utdypelse av observasjonene. Analyseverktøyet ble formet på følgende måte, se tabell 3.2

Tabell 3.2: Analyseverktøy for identifisering av orkestreringer

<i>Orkestreringer i undervisningstid</i>	<i>Situasjoner (beskrevet i tall)</i>	<i>Tidsbruk</i>	<i>Lærer i fokus</i>	<i>Elev i fokus</i>	<i>Oppg. type</i>	<i>Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi</i>
<i>Technical-demo</i> Teknisk demonstrasjon av GeoGebrafunksjoner i felleskap						
<i>Link-screen-board</i> Vis sammenheng mellom Geogebra og konvensjonell matematikk						
<i>Discuss the screen</i> Diskusjon av skjerm i felleskap						
<i>Explain the screen</i> Forklarer matematikk på skjermen uten å ta for seg det tekniske						

<i>Spot-and-show</i> Vis og forklar momenter i elevsamarbeid som oppstår						
<i>Sherpa-at-work</i> Bruker elever til å utføre egne oppgaver/eller ved instruksjoner fra lærer						

3.4.2 Analyseverktøy for identifisering av klasseromdiskurs

I arbeidet med utformingen av analyseverktøyet for klasseromdiskurs har jeg hentet inspirasjon fra Chin (2006). Verktøyet som Chin presenterer i sin studie gir forskeren et bilde på diskursen som oppstår i undervisningen. Verktøyet Chin utformet vektlegger teorien om IRF-diskurs, der feedback (se F i IRF-diskurs) står sentralt som lærerens måte å kommunisere med elevene. Når vi skal sammenligne analyseverktøy utformet av Chin med mitt analyseverktøy ønsker jeg å gjøre rede for de utvalgene som jeg ser som relevante for min problemstilling.

Speaker	Utterance	Move	Type of utterance	Purpose of utterance	Cognitive process
Students	Example text	R	A	Reply	Hypothesize
Teacher		F-I	C-Q	Accept, elicit	-
Student		R	A	Reply	Predict
Teacher		F-I	C-Q	Probe	-
Student		R	A	Reply	Predict
Teacher		F-I	C-Q	Probe	-

Note: I, initiation; R, response; F, follow-up; Q, teacher question; A, student answer; C, teacher comment; S, teacher statement (for type of utterance).

Figur 3.1: Analyseverktøy utformet av Chin (2006).

Utvalget består av følgende kolonner: Speaker, Utterance, Move og Type of utterance. Disse 4 kolonnene skal hjelpe meg å forme et bilde på hvordan diskursen opptrer i orkestreringene. Kolonnene Purpose of utterance og Cognitive process er ikke tatt med i analyseverktøyet, men innholdet i disse kolonnene kommer frem i analysen der jeg beskriver hver enkelt episode. Mitt analyseverktøy illustreres i figur 3.2.

Tur	Handling	Type	Taler	Ytring
-----	----------	------	-------	--------

1.	I	Q	Lærer:	Opp med handa om du har hørt om ordet polygon. Hvor har du hørt det før?
2.	R	A	Elev1:	På GeoGebra.
3.	F-I	C-Q	Lærer:	Ja, det blir brukt der. Det er et annet ord for mangekant. Hva slags mangekant er dette? <i>Lærer peker på bildet av en trekant på smartboardet.</i>
4.	R	A	Elev2:	En trekant
5.	I	Q	Lærer:	Denne da? <i>Lærer peker på en firkant på smartboardet.</i>
6.	R	A	Elev3:	En firkant.
7.	I	Q	Lærer:	Finnes det andre mangekanter?
8.	R	A	Elev4:	sekskant og femkant.
9.	R	A	Elev5:	åttekant.
10.	F	C-S	Lærer:	Og sånn kan vi fortsette. Det finnes mange muligheter. Det er noen ting som er gitt alt ettersom hvilke egenskaper som gjelder for de ulike typer figurene. Og da kan du for eksempel si at dette er en firkant. <i>Lærer peker på figuren på smartboardet.</i>

Figur 3.2: Analyseverktøy for identifisering av klasseromdiskurs

Fra punkt 1 og ned til punkt 9 ser vi at læreren stiller klassen spørsmål angående figurene som er representert på tavla. Klasseromdiskursen som identifiseres følger et IRF mønster der læreren gir spørsmål og feedback til elevsvarene. Her registrerer vi en orkestreringstype Discuss-the-screen. I punkt 61 velger læreren å bekrefte svarene til elevene før hun går videre med diskusjonen. Her kan vi observer et kort skifte i orkestreringen, der læreren velger å oppsummere elevsvarene og gi en endelig forklaring (Explain-the-screen).

I dette delkapitlet viser jeg et kort eksempel på anvendelsen av analyseverktøyet som er presentert i figur 3.2. Videre gjør jeg rede for utformingen av analyseverktøyet.

Kolonnene som er hentet fra Chin (2006) sitt arbeid er oversatt og definert under. I analysen vil dette verktøyet definere utseende til analysen. Mellom hendelser jeg ser som relevante har jeg valgt å avgi en deskriptiv analyse. Dette kan oppstå flere ganger i forskjellige undervisningsepisoder for å gjøre alle momentene i analysen tydelig. Her er en beskrivelse av hver kolonne i analyseverktøyet:

Tur viser en rekkefølge over læreren og elevenes ytringer presentert i analysen. Skifte i tur forekommer når ordet går over til en annen person eller når det blir et opphold med en handling imellom to ytringer.

Handling viser til de forskjellige kommunikasjons former i IRF-mønsteret. Se initiation – response – feedback. Med hensyn til teorikapitlet har jeg valgt å ikke oversette disse begrepene.

Type beskriver formen i ytringen, hvilken type ytring som presenteres. De forskjellige typene defineres slik:

Q; Question, representerer et spørsmål stilt av lærer til elev.

A: Answer, representerer et svar fra elev.

C: Comment, representerer en kommentar fra lærer.

S: Statement, representerer en stadfestelse fra lærer eller elev.

Taler beskriver personen som uttrykker en form for kommunikasjon.

Ytring tar for seg det som blir sagt i løpet av en undervisningsepisode. Det som blir presentert i kursiv viser til en hendelse eller form for aktivitet som skjer underveis når samtalen løper.

3.5 Metoder for dataanalyse

Under datainnsamlingsprosessen brukte jeg analyseverktøyet for klasseromkorsetninger ved å organisere de observerte orkestreringstypene inn i en pre-ordnet tabell, se tabell 3.2. For at jeg skulle gjenkjenne de forskjellige orkestreringstypene hadde jeg satt meg godt inn i det teoretiske rammeverket. I tillegg hadde tabellen en kort forklaring på hver orkestreringstype slik at denne prosessen ble enklere. Underveis i innsamlingen ble også feltnotater benyttet der jeg hadde behov for å forklare eller spesifisere ulike hendelser som oppstod. Tabellen og notaene er hovedsakelig supplerende datamateriale til mine videoopptak. Totalt sett har jeg observert 10 undervisningstimer der 8 av disse ble gjort videoopptak av. De resterende to timene ble ansett som unødvendige, der timene gikk ut på arbeid med oppgaver som ikke er relevant for mitt forskningsspørsmål. Denne formen for datainnsamling genererer store mengder data. Bryman (2012) medregner mellom fem og seks timer transkripsjon per time med tale. Med et utvalg på 8 undervisningstimer ble feltnotatene et godt hjelpemiddel for å innskrenke søketiden i videoopptakene. Feltnotatene gav meg et tidsperspektiv på når læreren underviste i timen og når det var lagt opp til arbeidssekvenser. Transkripsjonen begynte allerede etter at første time var gjennomført. Dette ble gjort for å ha et ferskt bilde på hva som skjedde i undervisningstimen. Noen videoopptak hadde bedre lyd enn andre. Dette medførte større arbeid med tyding og det ble behov for å se over video flere ganger. Arbeidet med transkripsjonen av video ble gjort ved hjelp av mitt andre analyseverktøy som tok for seg klasseromdiskursen i oppgaven. Her kodet jeg datamaterialet med hensyn til klasseromdiskurs og kunne med dette få en bedre oversikt over hvordan klasseromdiskursen tok form i de ulike orkestreringstypene. Koding kan medføre bevisstgjøring av ulike sider ved datamateriale. Dette kan hjelpe forskeren å oppdage forbindelser og se datamaterialet i et nytt perspektiv. Kodingen kan bidra til å kvantifisere hendelsene og avdekke hvor ofte forskjellige hendelser forekommer (Stigler & Hiebert, 1999). Kodingen er gjennomført ved hjelp av analyseverktøyet presentert i forrige delkapittel, se figur 3.2. Som et siste ledd i metoden for dataanalysen gjorde jeg et utvalg i datamaterialet for å begrense den nødvendige transkripsjonen i oppgaven. Dette utvalget baserer seg på ønsket om å se flest mulig orkestreringer i aksjon. Forskningsspørsmålet ønsker å avdekke hva som karakteriserer undervisningsmetodene i geometri hos en lærer. Med dette så ønsker jeg å ta for meg spekteret av orkestreringstyper som blir observert. Transkripsjonen med analyseverktøyet for klasseromdiskurs vil derfor begrenses til episode 6.1.1 t.o.m. 6.1.6.

3.6 Kritisk vurdering av metodene og forskningsdesign

Når man skal forske vil man møte omverdenen på en eller annen måte. Dette kan variere i større eller mindre grad og vil være avgjørende for forskningsresultatet. Ringdal (2013) understreker dette og ber forskeren være åpen om sine overveielser underveis i prosjektet. Valgene som blir tatt igjennom mitt arbeid baserer seg på teori og tidligere forskning. Disse valgene er gjort ut ifra min egen tolkning av teorien og vil naturlig nok vise subjektive tilnærminger selv om dette bør unngås. For at forskningen skal opprettholde sin relevans prøver jeg å være så åpen jeg kan om mine valg i arbeidsprosessen. Arbeidet som ikke er presentert i oppgaven vil jeg legge som vedlegg og i en database (med tanke på videoopptak) på Universitet i Agder.

I denne studien har jeg benyttet kassustudie som mitt kvalitative forskningsdesign. Det er lærerens valg av metoder som har stått i fokus og hvordan elevene responderer på disse orkestreringene. Forskningsspørsmålet trekkes frem som en avgjørende faktor i valg av metode (Yin, 2014). Videre definerer Yin kassustudier slik:

“A case study is an empirical inquiry that investigates a contemporary phenomenon within its real-life context, especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident” (Yin, 2014, s. 16).

I følge Yin forklares kassustudie som et utforskende metodedesign. Denne studien utforsker en lærers valg av undervisningsmetoder, der læreren og elevene oppholder seg i samme kontekst gjennom datainnsamlingsperioden. Denne formen for design definerer Yin som single case study.

Reliabiliteten i denne oppgaven tar for seg hvorvidt et forskningsresultat er pålitelig og nøyaktig (Ringdal, 2013). Bryman (2012) utdyper dette ved å henvise til to typer reliabilitet som det er aktuelt å snakke om i kvalitative studier. Ekstern reliabilitet beskriver hvorvidt oppgaven kan replikeres. Dette punktet er et vanskelig kriterium å møte i kvalitative studier hvor LeCompte og Goetz (1982) beskriver den sosiale settingen som umulig å fryse. For å replikere en kvalitativ studie er det viktig å være bevisst på den sosiale settingen og hvordan forskeren har forholdt seg til forskningsobjektene. I prosjektet har jeg en detaljert beskrivelse av hvordan jeg har gått frem, anvendt analyseverktøyet og hvilke teoretiske perspektiv som har vært i bruk. Dette kan gjøre det enklere for andre forskere å gjennomføre en studie som kan etterprøve mine resultater til viss grad. Intern reliabilitet vil i den grad det er flere forskningsmedlemmer undersøke hvorvidt forskerne er enig oppfattelse av observasjoner og empiriske funn. Ved å transkribere og se igjennom videoopptakene opptil flere ganger har jeg forsøkt å sikre meg et nøyaktig bilde av det som vises i undervisningen. Samtidig har jeg med mine veiledere diskutert funnene og utarbeidet en lik forståelse av datamaterialet.

Validitetskriteriet beskriver gyldigheten og relevansen dataene har til forskningsspørsmålet som stilles. Dette kriteriet velger Bryman (2012) å dele i to på samme måte som reliabilitetskriteriet. Ekstern validitet vil undersøke i hvilken grad forskningens funn kan generaliseres på tvers av sosiale settinger. I min kassustudie vil dette kriteriet være vanskelig å oppfylle. Mitt forskningsspørsmål definerer hvilken sosial setting jeg ønsker å utforske. Jo mer konkret mitt forskningsspørsmål definerer den sosiale settingen, jo vanskeligere vil det være å oppfylle kriteriet om ekstern validitet. Intern validitet er ofte sett på som en styrke i kvalitativ forskning (LeCompte & Goetz, 1982). Her ser man på hvordan forskernes observasjoner samsvarer med de teoretiske ideene de baserer forskningen på. Gjennom analysen og observasjoner har jeg merket

meg likhetstrekk mellom mine resultater og tidligere forskning. Dette kan være med å styrke min oppgave fordi analyseverktøyets kvalitet underbygges av disse resultatene. Selv om funn er sett i lys av tidligere forskning kan selv tungtveiende korrelasjoner ikke være tilstrekkelig for å generalisere denne oppgaven. Oppgaven kan derimot benyttes av leserne som kan trekke slutninger og antakelser som gjelder deres tilsvarende situasjon (Ary, Walker, & Jacobs, 2014).

3.7 Etiske overveielser

I arbeid med mennesker er det viktig å ta hensyn til den forskningsetiske problemstillingen. Bryman (2012) og Ringdal (2013) understreker begge viktigheten i det å verne informanter mot forskjellige forhold. Det stille krav til beskyttelse mot fysiske og psykiske påkjenninger, informasjon angående studien og anonymitet hvis det er ønskelig (Bryman, 2012). Jacobsen (2005) viser også til frivillig deltakelse og tilstrekkelig informasjon i innføringen av forskningsprosjektet. Skolen jeg brukte under min datainnsamling var allerede informert om mitt forskningsprosjekt og læreren hadde på forhånd fått godkjenningen av elevene til å ta del i forskningen. I tillegg har DIM-prosjektet søkt godkjenning hos Norsk Samfunnsvitenskapelig Datatjeneste (NSD).

Med tanke på at DIM-prosjektet er et åpent prosjekt er det ikke mulig for meg å sikre full anonymitet til alle informantene. Likevel har jeg valgt å gjøre tiltak for å sikre om personsensitive opplysninger. Videoopptakene som ble gjort underveis i forskningsperioden på ble lagret på en passordsikret datamaskin. I studien skal ingen informanter identifiseres. Dermed har jeg valgt å kalle elevene og læreren som følger: Læreren, Elev1, Elev2, Elev3 etc. Skulle noen elever fremtre oftere i analysen har jeg basert navngivningen på hvilken elev som tar ordet først i undervisningsepisoden. Dermed vil Elev1 kunne variere fra episode til episode.

4. Analyse

4.1 Analyse av lærerens orkestreringer

I dette kapitlet vil jeg ta for meg klasseromsundervisningene som ble observert i datainnsamlingsperioden. I analysen som følger vil vi se nærmere på lærerens valg av orkestreringstyper der digitale verktøy spiller en sentral rolle i undervisningen. Jeg har valgt å ta i bruk den Instrumentelle teori om orkestrering tidligere beskrevet av Drijvers et al. (2010) og Trouche (2004) når disse orkestreringene skal avdekkes. I argumentasjonen for hvilke orkestreringstyper som observeres har jeg valgt å bruke kriteriene satt av Drijvers et al. og Trouche som støtte i prosessen. Videre har jeg valgt å bruke Chin (2006) sin forklaring av klasseromdiskurs og IRF-mønster der dette skal underbygge mine tolkninger av de ulike orkestreringstypene. Her vil jeg belyse hendelser og momenter som oppstår i de forskjellige orkestreringene som jeg senere vil diskutere i diskusjonskapitlet.

Fra delkapittel 4.1.1 og frem til og med delkapittel 4.1.3 har jeg valgt å se undervisningsepisodene i lys av både Chins (2006) sin teori om klasseromdiskurs og Drijvers et al. og Trouches tolkninger av orkestreringstyper. Med tanke på arbeidsmengde i analysen har jeg valgt å begrense bruken av Chins klasseromdiskurs til disse tre delkapitlene og ta disse med videre som utvalg til drøftingen. Delkapittel 4.1.4 til 4.1.8 vil ansees som relevante når jeg skal presentere mine resultater i tabellene 4.1 og 4.2, men disse vil ligge som vedlegg i oppgaven.

I løpet av de åtte undervisningstimene beskrevet i analysen har jeg sett nærmere på frekvensen i bruken av de forskjellige orkestreringene. Tabell 4.1 viser lærerens tidsbruk av de ulike instrumentelle orkestreringer gjennom de åtte undervisningstimene. Her blir også antall registrerte orkestreringer fremstilt. Som en innledning til analysekapitlet ønsker jeg å vise en oversikt over alle orkestreringstypene som ble observert i datainnsamlingsperioden. Dette gjør jeg for å gi leseren et inntrykk av hvilke orkestreringer som forekommer og hva som karakteriserer lærerens metodebruk i undervisningen. Utformingen av tabellene som vises nedenfor belager seg på resultatene av analyseverktøyet for identifisering av orkestreringstyper. Videre har jeg tatt i bruk analyseverktøyet for klasseromdiskurs når jeg har sett nærmere på de ulike undervisningsepisodene.

Vi ser at Explain-the-screen er observert 13 ganger og har lengst tidsbruk gjennom undervisningsperioden. Like etter ser vi at Discuss-the-screen observeres 9 ganger med en tidsbruk på 112 minutter. Disse orkestreringstypene skiller seg ut som de to hyppigste, der de resterende Technical-demo, Link-screen-board og Sherpa-at-work har under halvparten så stor tidsbruk. Fra orkestreringene fremstilt av Drijvers et al. (2010) kan vi se ut fra tabellen at Spot-and-show orkestreringstypen ikke er observert.

Tabell 4.1:

<i>Orkestreringer i undervisningstime</i>	<i>Tidsbruk (minutter)</i>	<i>Antall</i>
<i>Technical-demo</i>	8+15+2+15+16 = 56	5
<i>Link-screen-board</i>	15+16 = 31	2
<i>Discuss the screen</i>	35+5+8+3+15 +16+2+12+16 = 112	9
<i>Explain the screen</i>	35+5+8+8+6+16+3 +15+15+16+12+16+2 = 157	13
<i>Sherpa-at-work</i>	8+2+3+15 = 28	4

I tabell 4.2 samles orkestreringstypene som brukes i hver enkelt episode og gir oss et bilde på forskjellige orkestreringer som opptrer i samspill. I de fleste episodene registreres det orkestreringstyper som overlappes og/eller brukes for å utfylle hverandre. Det betyr at én undervisningsepisode kan inneholde flere orkestreringer. Tidsbruken i tabell 4.1 tar utgangspunkt i minutt lengden for orkestreringstypene som ble observert. Det betyr at for hver orkestrering som observeres i en undervisningstime á la 45 minutter har jeg lagt til minutt lengden i hver orkestrering hvis skille mellom orkestreringene er utydelige. Eksempel på dette kan være: en undervisningsepisode inneholder både Discuss-the-screen og Explain-the-screen som overlapper hverandre flere ganger i løpet av 35 minutter. Her velger jeg altså presentere 35 minutter i både Explain-the-screen kolonnen og Discuss-the-screen kolonnen. Grunnen til at jeg ikke har skilt disse bedre kommer av en utydelig overgang i orkestreringsbildet som jeg vil analysere grundigere i de tre episodene som presenteres under. Hensikten med denne oppgaven er å vise til flere enkeltorkestreringer i hver episode hvor jeg senere i drøftingen ønsker å understreke samspillet mellom orkestreringene.

Samspillet mellom orkestreringstypene Discuss-the-screen og Explain-the-screen går igjen i flere undervisningsepisoder. Vi ser at denne kombinasjonen observeres i seks episoder i løpet av åtte timer med undervisning. I tillegg kan vi merke oss at Discuss-the-screen og Explain-the-screen observeres i alle andre kombinasjoner av orkestreringstyper, foruten Technical-demo og Sherpa-at-work den 19. og 25 januar.

Tabell 4.2:

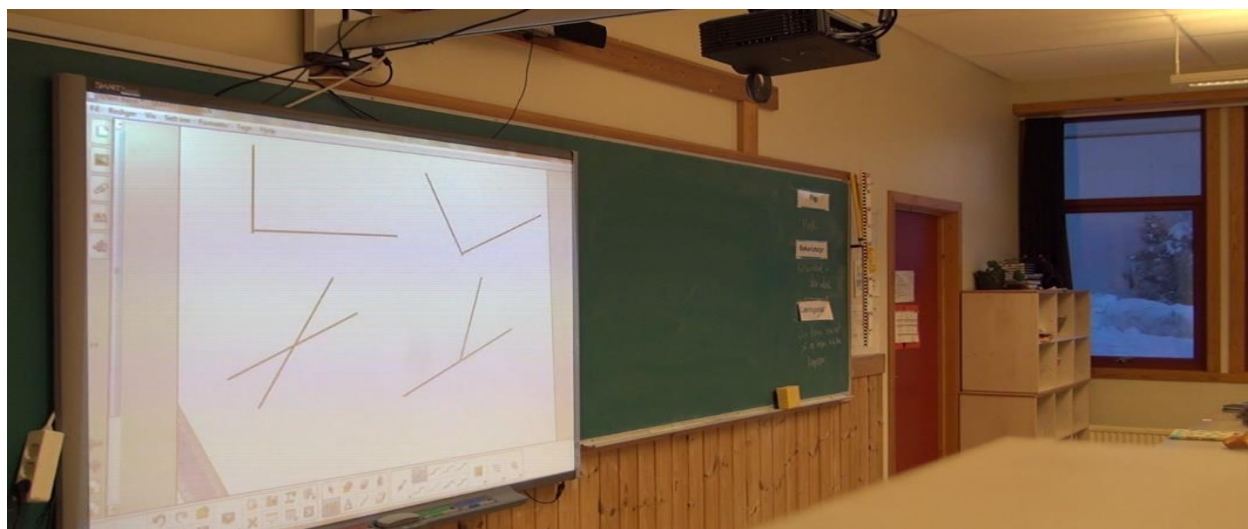
<i>Orkestreringer i samspill</i>	<i>Tidsbruk (Dato brukt)</i>	<i>Antall</i>
<i>Discuss the screen Explain the screen</i>	35min (18.1), 5min (19.1), 8min (19.1), 3min (25.1), 12min (26.1), 16min (2.1)	6
<i>Technical-demo Explain the screen Discuss the screen</i>	16min (21.1),	1
<i>Technical-demo Explain the screen Discuss the screen Link-screen-board</i>	15min (25.1)	1
<i>Technical-demo Sherpa-at-work</i>	8min (19.1), 2min (25.1)	2
<i>Technical-demo Sherpa-at-work Explain the screen Discuss the screen</i>	15min (26.1)	1
<i>Explain the screen Discuss the screen Link-screen-board</i>	16min (26.1)	1

4.1.1 Mandag 18. Januar 1. Undervisningstime.

Læreren starter timen ved å spørre elevene om dagens læringsmål. Elevene får beskjed om å skrive ned gjennomgangen i skrivebok samtidig som læreren skriver opp forskjellige matematiske begreper på smartboardet. Her presenteres blant annet relevante begreper innenfor geometrikapitlet som stråle, linjestykke, skjæringspunkt og ulike vinkler. Presentasjonen av begrepene gjøres ved illustrasjon på smartboard av læreren.

Så langt har lærerens undervisningstimer bestått av introduksjon til matematikkemnet geometri. I timen som vi nå skal ta for oss skal vi se på et utdrag der læreren introduserer symbolet for en rett vinkel. I denne episoden vil vi se nærmere på relasjonen mellom orkestreringstypene Explain-the-screen og Discuss-the-screen og overgangene mellom disse.

I introduksjonen til episoden ser vi på bildet under at læreren har tegnet opp fire forskjellige figurer med ukjente vinkler. Læreren markerer figuren oppe i venstre hjørne med symbolet for 90 grader og spør elevene hva slags vinkel denne har.



Figur 4.1: Fire figurer illustrert på smartboard

Tabell 4.3: Klasseromdiskurs for episode 1

Tur	Handling	Type	Taler	Ytring
-----	----------	------	-------	--------

1.	I	Q	Lærer:	Hvilket vinkelbein er dette (og peker på venstre vinkelbein)?
2.	R	A	Elev1:	Venstre vinkelbein
3.	F-I	Q	Lærer:	Ja, hvis jeg gjør sånn hva betyr dette? <i>Læreren tegner på en firkant for å markere vinkelen som 90 grader og spør klassen.</i>
4.	R	A	Elev1:	At den er 90 grader
5.	F	C	Lærer:	Helt riktig. <i>Læreren tegner en vinkel som er lik den først men setter den på skakke.</i>
6.	I	Q	Lærer:	Hva slags vinkel er dette?
7.	R	A	Elev2:	Den er over 90.
8.	F-I	C-Q	Lærer:	Okey, du tror den er over 90 grader? Hvis jeg hadde gjort sånn på den da? <i>Læreren setter en firkant i vinkelen for å markere at den er 90 grader.</i>
9.	R	A	Elev2:	Da hadde det blitt feil.
10.	I	Q	Lærer:	Hva hadde blitt feil?
11.	R	A	Elev2:	Det er ikke 90 grader.
12.	F-I	C-Q	Lærer:	Okey, hvordan kan vi finne ut av det? Hva har du der? <i>Læreren peker på gradskiven til eleven.</i>
13.	R	A	Elev2:	En vinkelskive.

Fra punkt 1 til punkt 13 ser vi en dialog mellom læreren og elev1 og elev2. Handlingsmønsteret i denne dialogen defineres av spørsmål og oppfølgingsspørsmål fra læreren og svar fra elevene. Dette kan tolkes som en Discuss-the-screen orkestreringstype idet læreren søker elevenes kunnskap om symbolet for 90 grader.

14. F C-S Lærer: Men nå kan vi måle vinkelen og finne ut av det. Hvis dette merket, denne firkanten, er laget i vinkelen så må vi gå uti fra at her er det 90 grader. Så disse to vinklene er begge i utgangspunktet 90 grader.

I punkt 14 ser vi at læreren velger å oppsummere elevsvarene og avgir en forklaring på hvorfor begge figurene har en 90 graders vinkel. Vi observerer en avsluttende feedback fra læreren som videre forklarer det matematiske begrepet symbolet for 90 grader. Siden dette ikke lenger er en diskusjon i klassen, men går over til å være en forklaring endres også orkestreringstypen. Her definerer vi situasjonen i punkt 14 som en form for explain-the-screen.

En elev ønsker å forklare hva som er forskjellen mellom de to figurene

15. R S Elev3: Den er 90 grader, men du har vridd den.
16. I Q Lærer: Hva har jeg gjort?
17. R A-S Elev3: Du har vridd den. Den stod egentlig i 90 grader men så vridde du den mot venstre.
18. F Q Lærer: Er den ikke lenger 90 grader da?
19. R A Elev3: Jo, men.. Bare glem det.
20. F-I C-Q Lærer: Nei, nå er jeg litt vanskelig med deg skjønner du. Fordi du har helt rett med det du begynner på. Elev4?
21. R A Elev4: Du har rotert den.

Fra punkt 15 til punkt 21 ser vi en fortsettelse av diskusjon i klassen der elever argumenterer og svarer på spørsmål fra læreren angående den roterte figuren. Vi observerer et handlingsmønster med respons i form av elevsvar og feedback som oppfølgingsspørsmål fra læreren. Med dette så ser vi en ny overgang, nå fra *Explain-the-screen* i punkt 14 til *Discuss-the-screen* i punkt 15 og ned til punkt 21.

22. F C-S Lærer: Jeg har rotert den litte granne, ja. Så hvis det skal være 90 grader så betyr det ikke at alle figurene må se slik ut.
Lærer peker på den opprinnelige vinkelen på 90 grader
23. F S Lærer: Den kan se sånn ut.
Læreren peker på den andre figuren på 90 grader.
24. F S Lærer: Jeg kan snu den helt rundt, jeg kan gjøre akkurat som jeg vil med han. Men er dette tegnet på plass (henviser til 90-gradersmerket i vinkelen) så må du gå ut ifra at det er 90 grader.

Avslutningsvis ser vi at læreren ender diskusjonen i klassen, samler utspillene fra elevene og gestikulerer rotasjon av figurene. Læreren avgir en forklaring på hvorfor vinklene er 90 grader og henviser til 90 graders merket. Vi observerer en avsluttende feedback fra læreren hvor hun kommenterer svaret fra elev4 og gir en forklaring. Her ser vi igjen en overgang fra én orkestreringstype til en annen, der vi i punkt 21 hadde *Discuss-the-screen* og går over til *explain-the-screen* i punkt 22 og ned til punkt 24. Mot slutten av undervisningsøkten ser vi at læreren ber elevene komme opp foran klassen for å forklare forskjellige problemstillinger som er presentert på smartboardet.

25. F S Lærer: Nå har jeg markert to vinkler på denne her figuren også har jeg kalt en u og en v. Gjør det samme, tegn figuren og marker u og v.
26. I Q Lærer: Kan du si noe om disse vinklene?
27. R A Elev4: u og v er like.
28. F Q-Q Lærer: Okei, hvordan kan du si det? Kan du komme opp og vise?
29. R A Elev4: De to er like og de to er like.
Eleven kommer opp og peker på de forskjellige toppvinklene.
30. I Q Lærer: Hvordan kan du si det?
31. R A Elev4: Vi har bare lært det.

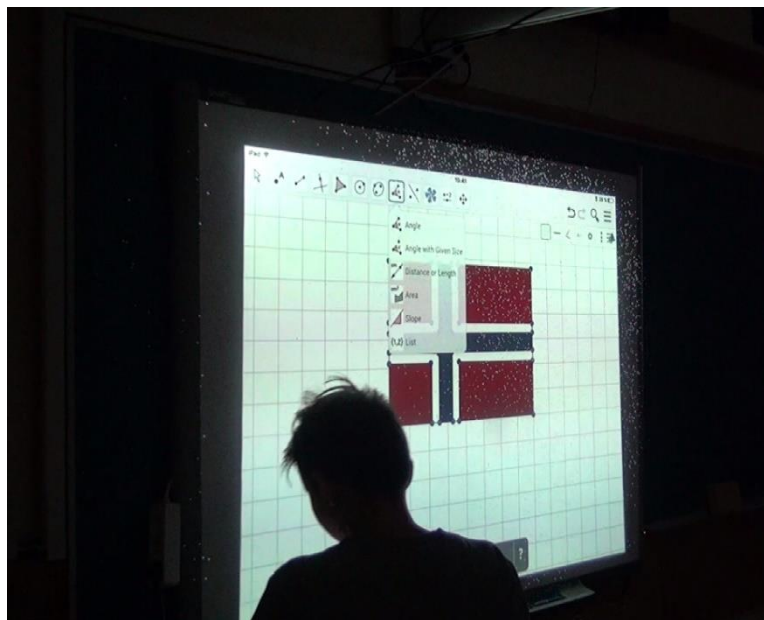
Fra punkt 25 til 31 ser vi at læreren etterlyser kunnskap hos elevene ved å spørre om noen vil komme opp til smartboardet for å illustrere eller forklare det de vet. Vi observerer et handlingsmønster IRF der læreren stiller spørsmål og oppfølgingsspørsmål til elev4 og får svar av eleven. Når læreren velger å spørre elevene åpner hun for en toveiskommunikasjon i klassen og vi observerer orkestreringstypen *Discuss-the-screen*.

32. F C Lærer: Da prøver vi å finne ut av det
Læreren spør klassen uten å få noen gode nok svar og begynner å forklare selv ved å samle deler av elevenes svar.
33. F S Lærer: Hvis vinklene har felles toppunkt så kan vi si at vinklene u og v er like. En annen måte å gjøre det på er å sette en strek på hver vinkelbue. Da sier vi også at de er like. Og dette kaller vi da, toppvinkler.

Etter flere svar fra elevene ser vi i punkt 33 et skifte i orkestreringstype der læreren velger å avslutte diskusjonen og gir en korrekt beskrivelse av kriteriene til toppvinkler. Her observerer vi en endring i handlingsmønsteret der læreren gir en avsluttende feedback til elevene. Når læreren forklarer hvorfor toppvinklene er like skiftes orkestreringen fra *Discuss-the-screen* til *Explain-the-screen*.

4.1.2 Tirsdag 19. Januar 1. Undervisningstime.

I denne matematikktimen skal elevene arbeide med et oppgavehefte de har fått utlevert via den nettbaserte tekstbehandlingstjenesten Google Docs. I de siste åtte minuttene av timen ønsker læreren at en av elevene skal vise frem sitt arbeid på smartboard. Denne demonstrasjonen tar for seg Elev1 sin bruk av GeoGebra foran klassen.



Figur 4.2: Elevdemonstrasjon av nasjonalflagget i GeoGebra

Tabell 4.4: Klasseromdiskurs for episode 2

Tur	Handling	Type	Taler	Ytring
34.	I	Q	Lærer:	Er det noen som er ferdig som vil vise sin oppgave? Elev1? <i>Elev1 kobler seg opp på smartboardet og begynner sin demonstrasjon av oppgaven.</i>
35.	R	A	Elev1:	Jeg har tatt for meg Norgeflagget og det jeg gjorde var følgende. Jeg tok på rutenett, klikket på magneten og valgte «snap to grid». Så på den måten kan jeg alltid lage 90 graders vinkler på flagget.
36.	F-I	Q	Lærer:	Okey, hvorfor gjorde du det?
37.	R	A	Elev1:	Jeg gjorde det fordi jeg ville ha en perfekt firkant. <i>Her fortsetter eleven å forklare fremgangsmåte for oppbygging av flagget og bruken av funksjonen «linjestykke».</i>
38.	F	I	Lærer:	Kan du prøve å stå på sida når du forklarer? Kan du vise klassen hvordan du gjør det? <i>Eleven fortsetter å forklare fremgangsmåten detaljert.</i>

Episoden som her blir beskrevet tar for seg elevens konstruksjon av nasjonalflagget i GeoGebra. Her demonstrerer Elev1 fremgangsmåten foran resten av klassen og vi observerer en Technical-demo. Vi legger merke til at læreren etterlyser begrunnelse for valg av funksjoner i GeoGebra i punkt 36. Her registreres et skifte i orkestrering fra Technical-demo til Explain-the-screen når læreren stiller et faglig spørsmål. Like etter velger læreren å la eleven fortsette sin demonstrasjon i GeoGebra. Vi observerer en et IRF-handlingsmønster når læreren stiller spørsmål, men under demonstrasjonen av eleven ser vi en selvstendig presentasjon av eleven.

39. I Q Lærer: Hvordan måler du vinklene?
40. R A Elev1: Da går jeg på ... Er det ikke den?
41. F C Lærer: Si hva du trykker på.
42. R A Elev1: Da trykker jeg på «angle». Og hvis jeg da skal måle det jeg nettopp lagde så trykker jeg på den, den og den.
Eleven klikker og peker på de punktene som skal lage vinkelen. Med dette får eleven yttervinkelen i stedet for vinkelen som er ønsket.
43. F Q-Q Lærer: Så hva gjorde du nå? Hvordan får du den andre vinkelen nå?
44. R A Elev1: Da trykker jeg i motsatt rekkefølge.
45. F-I C-S, Q Lærer: Ja, og det er en kjempeoppgave når du ser det at her er det faktisk sånn at det har noe å si hvilken rekkefølge du gir kommandoen i. Går det an å bare trykke på linjene også?
46. R Q Elev1: På linjene?
47. F C-Q Lærer: Ja, hvis du skal måle vinkelbeina?
48. R A Elev1: Jeg vet ikke ...
Eleven tenker seg nøye om og prøver seg litt frem for seg selv.
49. R A Elev1: Ja, jeg kan jo ta i andre rekkefølgen. Så går det an.
50. F Q Lærer: Så hva trykka du på da?
51. R A Elev1: Da trykker jeg fortsatt på angle og så trykker jeg på den linja og den linja.
Eleven gestikulerer mot de to linjene han henviser til.

I denne delen av episoden merker vi oss at læreren etterlyser hvordan man kan måle vinkler i GeoGebra. Det blir tydelig i punkt 41 at læreren ønsker at dette skal opptre som Sherpa-at-work foran klassen der eleven skal vise og forklare hvordan han går frem. Demonstrasjonen av vinkel-funksjonen blir utført av eleven og ledet av lærerens spørsmål. Siden eleven ikke lenger har en fri rolle med tanke på hva som skal forklares i GeoGebra, så kan vi anta at læreren har gitt eleven en rolle som «Sherpa». En sherpa-elev skal utføre instruksjonene som læreren gir, noe som indirekte blir gjort i punkt 39, 43, 45 og 47. Klasseromdiskursen som observeres i denne episoden følger et IRF mønster der læreren styrer spørsmålene og lar elev1 svare og prøve seg frem i GeoGebra.

4.1.3 Mandag 25. Januar. 1. Undervisningstime.

Lærer introduserer timen ved å repetere begrepene som ble nevnt forrige time. Læreren utfordrer elevene til å komme opp foran klassen og tegne opp figurene som bestemmes av læreren. Her velger læreren å bytte mellom tradisjonell tavle og smartboard. Læreren har en delegerende rolle og stiller spørsmål ved hver figur samtidig som klassen skal besvare.

Tabell 4.5:

Tur	Handling	Type	Taler	Ytring
52.	I	S-Q	Lærer:	Hvis dere finner knappen som står her, så ser dere at det står manglekant regulær manglekant. Hva er forskjellen på det? Har det noe å si hvilke av disse funksjonene vi velger?
53.	R	A	Elev2:	Den øverste manglekanten kan du ikke ha så mange kanter på, men på den regulære manglekanten kan du ha flere kanter på.
54.	F-I	C-Q	Lærer:	Okey ... Elev3?
55.	R	A	Elev3:	Jeg tror manglekant er trekant og regulær manglekant er så mange kanter du vil.
56.	I	Q	Lærer:	Flere forslag? Elev1?
57.	R	A	Elev1:	Manglekant, da kan du bevege på alle, men med regulær manglekant kan du bare regulerer på noen få.
58.	F-I	C-S	Lærer:	Okey, hvis jeg klikker på manglekant og deretter lager en firkant. Og så klikker jeg på regulær manglekant lager en ny firkant der jeg må velge antall hjørner. Hva kan være forskjellen? Hva tror du Elev4?
59.	R	A	Elev4:	Regulære manglekanter er mer presise.
60.	I	Q	Lærer:	Hvordan da presise?
61.	R	A	Elev4:	Hvis du skal lage en firkant så mener regulær firkant at alle sidene skal være 90 grader.
62.	F-I	C-Q	Lærer:	Godt forslag, du er absolutt inne på det. Andre forslag?
63.	R	A	Elev5:	Den er helt firkanta.
64.	I	Q	Lærer:	Hva mener du med at den er helt firkanta?
65.	R	A	Elev5:	Alle sidene er like lange og det er 90 grader.
66.	F-I	S-Q	Lærer:	Alle sidene er like lange, kan vi klare å trekke på hjørnene slik at de ikke forblir det samme?
67.	R	A	Elev5:	Nei, uansett hvor mye du drar og trekker så vil den alltid være slik.
68.	F-I	C-Q	Lærer:	Alle sidene må være like lange ja. Men hva hvis jeg fremdeles velger regulær manglekant også velger jeg 6 hjørner. Er alle vinklene da 90 grader?
69.	R	A	Elev5:	Nei, men alle sidene er like lange.
70.	F	C	Lærer:	Ja.
71.	R	A	Elev5:	Men vinklene trenger ikke være like store
72.	I	Q	Lærer:	Trenger de ikke det?
73.	R	A	Elev5/6:	Nei.

74. F-I C-Q Lærer: Jo, det gjør de. Men det kan vi gå inn og sjekke. Men pass på når dere lager de forskjellige oppgavene at dere tenker på hvilke av de to vinkelverktøyene dere må bruke. Hvordan sjekker man at vinklene er like store? Går det an å sjekke dette i GeoGebra?
75. R A Elev5: Du går inn på vinkelverktøyet. Og klikker på vinkel.
76. F-I C-Q Lærer: Ja, og hva gjør du da?
77. R A Elev5: Da måler du hvor mange grader de to linjene har mellom hverandre.
78. F-I C-Q Lærer: Ja, altså, hvor stor er for eksempel denne vinkelen her. Så her kan dere gå inn å sjekke det.

I denne undervisningsepisoden ser vi fra punkt 52 til 58 en form for Discuss-the-screen der læreren tar for seg funksjonene av manglekant-verktøyet. I punkt 58 ser vi at læreren gjør en vending i spørsmålene og stiller et matematisk spørsmål. Dette endrer orkestreringstypen og vi får se Explain-the-screen av Elev4 og Elev5 videre frem mot punkt 73. Her argumenteres egenskapene til manglekant og regulær manglekant. Klasseromdiskursen i denne episoden viser et tydelig IRF-mønster der læreren stiller spørsmål og elevene svarer og argumenterer, enten matematisk eller teknisk for funksjonene i GeoGebra.

5. Diskusjon

Den instrumentelle orkestreringen som presenteres av Trouche (2004) og Drijvers og hans kolleger (2010) gir oss et bilde på hvordan læreren organiserer undervisning for å legge til rette for instrumentell skapelse hos elevene. Instrumentell orkestrering skiller mellom seks ulike måter å organisere undervisningen på hvor ønsket er å oppnå instrumentell skapelse for elevene i arbeid med digitale verktøy i matematikkundervisningen.

Det teoretiske rammeverket beskriver ulike tilnærminger læreren kan velge når fagstoff skal undervises og artefakter skal instrueres. Det kommer tydelig frem hos Drijvers (2010) at overgangen mellom to typer orkestreringer kan være vanskelig å skille. Drijvers eksemplifiserer dette ved å vise til en Spot-and-show orkestrering som gradvis går over til en Discuss-the-screen eller en Explain-the-screen der disse kan være vanskelig å differensiere.

I min oppgave har jeg valgt å gå i dybden på enkeltepisoder i undervisningen. Min tolkning av instrumentell orkestrering tilsier at identifisering av orkestreringstypene skjer på et mer generelt plan i en enkelt episode. Eksempelene Drijvers viser til indikerer at orkestreringstypen i en episode navngis på bakgrunn av den innledende orkestreringen uten å ta hensyn til mulige flere orkestreringstyper i samme episode. I min analyse har jeg lagt fokus på nettopp disse orkestreringstypene som observeres i etterkant av den innledende orkestreringstypen. Fremgangsmetodene til læreren kan avvike fra den planlagte undervisningen. Disse avvikene kan skyldes uforutsette spørsmål og hendelser i undervisningsforløpet som læreren må ta stilling til. På den måten kan vi observere endringer i fremgangsmåten læreren velger å undervise på.

I min analyse har jeg observert at det er flere orkestreringstyper i de fleste undervisningsepisodene. I stedet for å definere episodene med én gitt orkestreringstype har jeg i denne drøfting et ønske om å bevisstgjøre «leseren på de ulike orkestreringstypene som brukes etter hverandre og i kombinasjon. Når jeg har analysert i denne oppgaven har jeg vært åpen for å se disse orkestreringene i samspill og se nærmere på når skillene mellom orkestreringer oppstår og hva som gjør at læreren må endre orkestreringstype.

Min tolking av de instrumentelle orkestreringene; Explain-the-screen, Discuss-the-screen, Spot-and-show, Link-screen-board, Technical-demo og Sherpa-at-work er at disse er ulike måter å organisere undervisningen på i arbeid med instrumentell skapelse. Samtidig vil jeg vise til det store spekteret av undervisningssituasjoner som oppstår i klasserommet og hvordan orkestreringene kan utfylle hverandre for å oppnå instrumentell skapelse. Det er viktig å understreke at orkestreringstypene kan være vanskelig å skille og dette påvirker resultatenes mulighet til å generalisere (Drijvers, 2010).

5.1 Episode 1: Symbolet for 90 grader

Episode 1: Symbolet for 90 grader – Orkestrering

Fra episoden med undervisningen av symbolet for 90 grader kan vi ved første øyekast definere lærerens orkestrering som en Discuss-the-screen. «Discuss» kommer av en toveiskommunikasjon mellom lærer og elevene og «screen» refererer til figurene som vises på smartboardet. I kapitlet om instrumentell orkestrering ser vi at orkestreringstypene er gitt ved konkrete kriterier. Det første vi legger merke til i kriteriene er likheten mellom Explain-the-screen og Discuss-the-

screen. I utgangspunktet skal Discuss-the-screen orkestreringen ta for seg en klasseromsdiskusjon angående det som skjer på smartboardet foran elevene. Drijvers et al. (2010) har ikke gitt uttrykk for hva samtalen skal ta for seg, enten det er på et teknisk eller matematisk plan. Forskjellen mellom Discuss-the-screen og Explain-the-screen defineres ut fra den matematiske diskursen. Det instrumentelle perspektivet beskriver Explain-the-screen som en orkestrering der læreren legger frem en forklaring foran klassen fulgt av det som skjer på skjermen. Det er beskrevet eksplisitt at denne forklaringen skal være på et matematisk plan der forklaringen tar et steg videre fra det tekniske.

Med dette som utgangspunkt når vi skal definere orkestreringstypen kan det vise seg å være vanskelig å fastslå en enkelt orkestreringstype i episoden. Problemet ligger i de respektive kriteriene for hver orkestreringstype. Her observerer vi en diskusjon mellom lærer og elevene og vi ser at diskusjonen tar for seg det matematiske symbolet for 90 grader i vinklene. Dette viser oss at kriteriene for hvordan vi skal fastslå en orkestreringstype ikke er tydelig nok i alle situasjoner. Videre i drøftingen av Episode 1 vil jeg se på når skillene mellom orkestreringstypene oppstår og hvilke formål de har i undervisningen til læreren. For å tydeliggjøre hva vi ser i analysen har jeg valgt å gi vise en del av dybdeanalysen her. Denne analysen skal være en oppsummering av episode 1 der vi ser nærmere på overgangene mellom orkestreringene som observeres i undervisningen.

I begynnelsen av episoden fra punkt 1-13 ser vi at læreren retter spørsmål mot klassen hvor hun gradvis utforsker elevenes kunnskap om symbolet for 90 grader. Vi ser at læreren også prøver å avdekke mulige misoppfattelser relatert til rotasjon av vinkler med en gitt vinkel (her 90 grader). Her ser vi at læreren utnytter Discuss-the-screen orkestreringen for å avdekke elevenes kunnskap om 90- graderssymbolet. Idet læreren oppdager misoppfattelsen til elev2 stopper hun utspørringen og velger å forklare hvorfor begge vinklene er 90 grader. Her ser vi et eksempel på hvordan elevene former en basis for hva læreren må utdype. Denne basisen kan tolkes som en kollektiv samling av elevens mentale skjema relatert til 90graderssymbolet. I følge Wells (1993) er elevens respons essensiell for utveksling av kunnskap i undervisningen. Denne forklaringen kommer frem i punk 14. Her ser vi en Discuss-the-screen orkestrering som går over til Explain-the-screen. Etter at lærerens forklaring er gjennomført ser vi i punkt 15 at en ny elev ønsker å vise sin forståelse av det som skjer på smartboardet. Her ser vi igjen at læreren åpner for ny utveksling av kunnskap fra elevene. På kort tid ser vi enda endring i orkestreringstype. Her velger læreren å endre diskursen til en diskusjon og gir feedback og spørsmål til elevene frem til punkt 21.

Fra punkt 1-21 ser vi altså en Discuss-the-screen orkestrering som brukes av læreren for å avdekke kunnskap og mulige misoppfattelser elevene sitter med. I punkt 14 ser vi at læreren må ta tak i en misoppfattelse og utdype denne. Det blir naturlig for læreren å endre orkestreringstypen til Explain-the-screen. «Explain» fordi læreren må argumentere foran klassen hvorfor vinklene har 90 grader og «screen» som refererer til smartboardet der vinklene er illustrert. Denne formen for argumentasjon og forklaring av læreren kan vi identifisere tre ganger i løpet av episoden som strekker seg fra punkt 1 til 33. Lærerens overgang fra Discuss-the-screen til Explain-the-screen ser vi også fra punkt 21 til 22-24 og punkt 31 til 32-33. Likheter mellom disse tre overgangene er store. I alle de tre tilfellene ser vi at læreren har forsøkt å avdekke elevenes mentale skjema gjennom spørsmål. Når læreren forklarer skjermen samler hun

påstandene til elevene og presenterer et endelig resonnement foran klassen. Disse resonnementene ansees som en oppsummering av et matematisk begrep før læreren går over til diskusjon av neste begrep på smartboardet. Vi kan se et gjennomgående mønster i denne episoden der læreren underveis legger til rette for at elevene kan uttrykke sin forståelse av begrepene som presenteres. Orkestreringene Discuss-the-screen og Explain-the-screen opptrer som utfyllende for hverandre. Den førstnevnte orkestreringen prøver å avdekke elevenes mentale skjema og den sistnevnte forklarer eller utdypet begreper når det stopper opp i undervisningen. Lærerens ad hoc avgjørelser tillater flere orkestreringer i undervisningsepisoden ved behov men dette er ikke utdypet i Drijvers et al. (2010). Med hensyn til instrumentell skapelse kan vi observere en instrumenteringsprosess når læreren benytter verktøyets dynamiske mulighet for å illustrere sine eksempler ved å rotere en av de to vinklene for å tydeliggjøre 90gradersymboldet betydning for elevene.

Episode 1: Symbolet for 90 grader – Klasseromdiskurs

I dette avsnittet vil jeg vise hvordan klasseromdiskursen utarter seg som følge av orkestreringene Explain-the-screen og Discuss-the-screen fra episode 1. Denne klasseromdiskursen ønsker jeg å belyse for å støtte min argumentasjon når jeg skal avgjøre om en orkestrering består av en enveis- eller toveiskommunikasjon. Denne monologen eller dialogen vil være avgjørende å definere dersom jeg skal ha grunnlag for å si at for eksempel en orkestreringstype Discuss-the-screen går over i en Explain-the-screen orkestrering. Et av hovedkriteriene som beskriver differansen mellom disse to orkestreringene er hvilken retning kommunikasjonen har. Ved å se nærmere på klasseromdiskursen vil vi kunne merke oss læreren og elevenes rolle i undervisningen.

Når vi implementerer analyseverktøyet for klasseromdiskurs kan vi se et gjentakende fenomen mellom Discuss-the-screen og Explain-the-screen. I Discuss-the-screen orkestreringen ser vi i punkt 1-13 at læreren initierer spørsmål og gir en form anerkjennende feedback til elevsvarene. Vi observerer en IRF diskurs som støtter påstanden om en dialog i klasserommet. I punkt 14 ser vi at læreren velger å gi en avsluttende feedback foran klassen uten videre utspørring av elevene og vi identifiserer en monolog. Nettopp dette handlingsmønsteret finner vi igjen mellom punkt 15-24 og 25-33, der vi først observerer en IRF diskurs som går over til oppsummering av det matematiske begrepet uten oppfølgingsspørsmål. Siden dette IRF-mønsteret identifiseres kan vi med sikkerhet si at læreren kommuniserer frem og tilbake med elevene i en eller annen form. Kommunikasjonen gjør det tydelig for oss at en dialog finner sted.

Explain-the-screen som supplement i klasseromdiskusjonen

I denne episoden beskrevet i analysen ser vi på forholdet mellom orkestreringene Discuss-the-screen og Explain-the-screen. I planleggingsfasen til undervisningstimen kan det være uklart hvor mye kunnskap klassen har om vinkler og rotasjon. Dette løser læreren ved å diskutere med klassen fremgangsmåter for hvordan de matematiske begrep hører sammen. Fordelen med en diskusjon i et digitalt klasserommiljø er at ulike representasjoner og teknikker, som fremgår i diskusjonen, enkelt kan vises og testes ut på smartboardet i dette tilfellet. Drijvers og hans kolleger (2010) påpeker at målet med Discuss-the-screen skal være med på å utvikle den kollektive instrumentelle skapelsen i arbeidet med digitale verktøy og det matematiske begrepet. Denne diskusjonen blir et godt utgangspunkt for hvor mye læreren faktisk trenger å undervise

monologisk (Explain-the-screen). Læreren tar ad hoc avgjørelser på når elevene har reflektert nok over tema der det enten har oppstått en misoppfatning eller er behov for en oppsummering.

I episode 1 ser vi eksempler på hvordan Explain-the-screen kan brukes som et supplement for å fylle kunnskapshullene som oppstår i Discuss-the-screen orkestreringen. Eksemplene kommer frem i punkt 14, 22-24 og 32-33. Dette hjelper læreren å spesifisere sin undervisning inn mot klassens behov. Smartboardet gir læreren en dynamisk mulighet som gjør det enklere å utforske de forskjellige eksemplene og fallgruvene som kan være tidkrevende på en ordinær tavle.

5.2 Episode 2: Vinklene i flagget

Episode 2: Vinklene i flagget – Orkestrering

Fra episoden der Elev1 viser frem sitt arbeid med nasjonalflagget identifiserer vi lærerens orkestrering som både Technical-demo og Sherpa-at-work. «Sherpa» kommer av at Elev1 veiledes av læreren i bruk av GeoGebra og «work» refererer til elevens demonstrasjon på smartboardet foran klassen. Samtidig ser vi Technical-demo der «Technical» viser til det digitale verktøyet GeoGebra og «demo» viser til demonstrasjonen av dette foran klassen. Vi skal se nærmere på hvordan Sherpa-at-work kan brukes av læreren får å oppnå elevaktivitet samtidig som gjennomgang av digitale verktøy foregår på smartboardet.

I det teoretiske rammeverket beskrives Sherpa-at-work som en form for demonstrasjon av elevarbeid eller en lærerveiledet gjennomgang utført av en såkalt sherpa-elev som bruker et digitalt verktøy (Drijvers et al., 2010). I den første delen av Episode 2 identifiserer vi Elev1 sin demonstrasjon av hvordan han gikk frem for å konstruere nasjonalflagget. Fra punkt 34 til 38 ser vi at læreren benytter seg av Sherpa-at-work orkestreringen. Samtidig ser vi at læreren ønsker i punkt 38 at Elev2 skal gjøre sin fremgangsmåte tydelig foran klassen. Dette kan tyde på at læreren også ønsker at Elev2 skal holde en Technical-demo samtidig som Sherpa-orkestreringen er intakt. I dette tilfellet ser vi at to orkestreringer ikke kommer etter hverandre, men benyttes samtidig. Dette tilfellet der to orkestreringer forekommer samtidig er ikke beskrevet av Drijvers og hans kolleger. Det vi ser er at læreren oppnår elevaktivitet samtidig som det blir holdt en demonstrasjon av GeoGebra-funksjoner foran klassen. Vi kan tolke Sherpa-orkestreringen som et supplement til Technical-demo. I utgangspunktet beskrives Technical-demo som en lærersentrert orkestreringstype (Drijvers et al., 2010). Dette eksemplet viser oss hvordan læreren kan dra nytte av en Sherpa-elev for å inkludere et større mangfold av klassen i sin undervisning. Men hensyn til den instrumentelle skapelsen vil vi kunne anta at denne formen for orkestrering retter seg mer mot instrumentaliseringprosessen. Her er det verktøyets funksjoner og muligheter som settes i fokus, spesielt i den tekniske demonstrasjonen.

Når læreren stiller et faglig spørsmål i punkt 36 ser vi det første skifte i orkestreringen. Her ønsker læreren at eleven gir et rasjonelt svar som gjør at demonstrasjonen går over til en matematisk problemstilling. Spørsmålet læreren stiller velger jeg å tolke som en bevisst endring av orkestrering som går over til Explain-the-screen. «Explain» viser til den matematiske argumentasjonen for valg av «snap to grid»-verktøyet i GeoGebra og «screen» viser til konstruksjonen av figuren som vises på smartboardet. Etter elevens argumentasjon ser vi i punkt

38 at læreren ønsker en fortsettelse av elevens demonstrasjon som skal være så tydelig som mulig for resten av klassen. Med hensyn til instrumentell skapelse kan vi observere en instrumenteringsprosess når læreren søker elevens matematiske refleksjon. Her er det geometrien som settes i fokus.

Mot slutten av fremførelsen begynner læreren å spørre eleven om hvordan vinkel-verktøyet i GeoGebra fungerer. Her ser vi hvordan læreren legger til rette for å avdekke elevens mentale skjema rettet mot vinkel-verktøyet i GeoGebra. Denne kunnskapen blir basisen læreren må ta utgangspunkt i for videre arbeid. Den instrumentelle skapelsen fortsetter å rette seg om instrumenteringsprosessen der det er verktøyets egenskaper som står i fokus.

Episode 2: Vinklene i flagget – Klasseromdiskurs

Når vi implementerer analyseverktøyet for klasseromdiskursen i Episode 2 ser vi at Elev2 står i fokus. Vi observerer korte spørsmål fra læreren som ønsker at Elev2 skal forklare og vise sin fremgangsmåte for resten av klassen. Dette kan bety at læreren bevisst ønsker å påvirke minst mulig for å kunne observere elevens praksis. Det vil tillate en større frihet hos eleven og kan gjøre det mulig for læreren å danne et bilde på elevens mentale skjema. Selv om vi identifiserer et IRF-mønster i analysen er initiativene fra læreren korte og ser ut til å brukes som igangsetting av elevens presentasjon.

I andre del av Episode 2 observerer vi et skifte i kommunikasjonsretning. Når elev1 er ferdig med sin presentasjon begynner læreren å stille spørsmål ved vinkelmåleverktøyet. Her ser vi et IRF-mønster som ligner på det vi så i Discuss-the-screen orkestreringen. Læreren stiller spørsmål og gir feedback til elevsvarene og vi ser en tydelig toveiskommunikasjon mellom Elev1 og læreren. I denne diskusjonen kan vi se at den instrumentelle skapelsen retter seg mot instrumenteringsprosessen der verktøyets egenskaper står i fokus.

5.3 Episode 3: Mangekant og regulær mangekant

Episode 3: Mangekant og regulær mangekant – Orkestrering

I denne episoden observerer vi innledningsvis en orkestreringstype Discuss-the-screen der læreren ønsker å avdekke elevenes mentale skjema for mangekant- og regulær mangekant-funksjonen i GeoGebra. «Discuss» kommer av klasseromdiskusjonen som styres av læreren og «screen» refererer til funksjonene i GeoGebra som blir gjennomgått på smartboardet foran klassen. Ved å se på klasseromdiskursen i episode 3 vil vi observere en sentring rundt elevdiskusjonen av de matematiske begrepene mangekant og regulær mangekant.

Fra punkt 52 til 58 ser vi at læreren velger en Discuss-the-screen orkestrering i arbeidet med funksjonen til mangekant- og regulær mangekant- verktøyet. Denne orkestreringen rettes mot instrumenteringsprosessen i den instrumentelle skapelsen. Argumentet for denne prosessen kommer frem i diskusjonen som ikke tar for seg en matematisk tilnærming, men den tekniske funksjonen til verktøyet. I punkt 58 ser vi at læreren ønsker å avdekke elevenes mentale skjema til begrepene mangekant og regulær mangekant. Idet dette spørsmålet stilles velger læreren å gå mer i dybden på det matematiske underliggende i begrepene. Vi ser fortsatt en rekke spørsmål fra læreren, men disse spørsmålene søker en matematisk forklaring på definisjonen av mangekant og

regulær mangekant. Elevsvarene som fremgår i diskusjonen kan refereres til vår tolkning av Wozniak et al (2016) sin praksis. Her ser vi at læreren prøver å avdekke elevenes mentale skjema gjennom utspørring.

I punkt 143 ser vi at læreren går tilbake til funksjonaliteten i verktøyet når hun ønsker å vite hvordan man måler vinkler. Læreren endrer orkestreringstype når hun uttrykker et ønske om en teknisk demonstrasjon av hvordan vinkler måles. I punkt 76 til 78 ser vi at Elev5 gir klassen en teknisk veiledning i hvordan man måler disse vinklene og vi observerer en Technical-demo. Denne orkestreringen rettes mot instrumentaliseringprosessen i den instrumentelle skapelsen. Her er fokuset på GeoGebras funksjoner. Samtidig ser vi at læreren avdekker Elev5 sitt mentale skjema for vinkelmåling i GeoGebra når hun lar eleven forklare sin fremgangsmåte for klassen.

Når vi ser på valg av orkestreringer kan vi se hvordan læreren utnytter de forskjellige stadiene i undervisningen til å tilpasse behovet elevene har for veiledning, utforskning og undervisning. Discuss-the-screen orkestreringen gir læreren et kollektivt bilde på elevenes mentale skjema som avgjør hvilke spørsmål læreren stiller for å skape en fruktbar diskusjon. Videre ser vi også at Technical-demo er med på å avdekke elevens mentale skjema der eleven viser sin kunnskap innen vinkelmåling i GeoGebra.

Episode 3: Mangekant og regulær mangekant – Klasseromdiskurs

Når vi implementerer analyseverktøyet for klasseromdiskursen i episode 3 ser vi at diskusjonen mellom lærer og elevene står i fokus. Spørsmålstypen impliserer at læreren ønsker en åpen diskusjon i klassen. Kommentarene til læreren er korte, uten utdypelser av elevsvarene. Vi ser et IRF mønster som preges av korte, ledende spørsmål fra læreren hvor fokuset ligger på elevenes kunnskap om begrepene. Denne formen for kommunikasjon underbygger lærerens ønske om å avdekke de mentale skjemaene hos elevene. Elevene får på denne måten mulighet til å uttrykke sin praksis, der praksis ansees som argumentasjonen i elevsvarene.

5.4 Frekvensfordeling av de ulike orkestreringstypene

Når vi har analysert de forskjellige undervisningsepisodene i datamaterialet kan vi merke oss at metoden for å identifisere orkestreringstyper har sine begrensninger. Dette kommer frem i Drijvers med kolleger (2010) arbeid der han undersøker hvilke typer orkestreringer som identifiseres hos lærere når de bruker digitale verktøy i matematikkundervisningen. De påpeker at orkestreringstypene av og til kan være vanskelig å skille noe som også forekommer i denne analysen der tabell 4.1 ikke kan skille tiden mellom ulike orkestreringer som opptrer i samspill. En annen utfordring omhandler lærerens erfaring i et teknologisk miljø og bruk av digitale verktøy som kan påvirke måten man velger å orkestrere undervisningen (Drijvers et al., 2010).

Analysen av tabell 4.1 og 4.2 forteller oss at Discuss-the-screen og Explain-the-screen observeres oftere enn de andre orkestreringstypene. I Episodene 1 og 3 ser vi hvordan Discuss-the-screen brukes for å avdekke elevenes mentale skjema. Dette kan være et av argumentene til hvorfor orkestreringstypen Discuss-the-screen observeres så mange ganger. Å avdekke elevenes tekniske ferdigheter i GeoGebra og hva de har forstått av de matematiske begrepene kan hjelpe læreren å tilpasse undervisningen der det er behov. Dette kan vi se i sammenheng med Wozniak og hennes kollegers (2016) fremstilling av praksis som kan hjelpe å avdekke kunnskapen til elevene. Her ser

vi at læreren kan velge å arbeide med verktøyets egenskaper (instrumentaliseringsspross) eller de matematiske begrepene som vises igjennom verktøyet (instrumentaliseringsspross). Explain-the-screen orkestreringen observeres også mange ganger. Og dette kan ha sammenheng med at læreren ønsker å utnytte GeoGebra-verktøyets fremstilling av de matematiske begrepene. Når læreren benytter GeoGebra til å vise de matematiske begrepene i en dynamisk setting kan dette hjelpe læreren å treffe et større mangfold i klassen (Drijvers et al., 2010). Siden disse orkestreringstypene observeres ofte kan dette tyde på at læreren ønsker en bevissthet på elevenes fremgang. Vi observerer hvordan utnyttelsen av Discuss-the-screen og Explain-the-screen tar for seg både synliggjøring av mentale skjema og begrepsforklaring i matematikken. Ved å implementere denne informasjonen i tabell 4.2 kan vi anta at læreren ønsker å være bevisst på elevenes fremgang når flere orkestreringstyper blir inkludert i en undervisningsepisode. Dette gjelder for alle kombinasjonene av orkestreringstyper foruten den ene Technical-demo og Sherpa-at-work vist i tabell 4.2.

Ved å samle informasjonen presentert i analysetabell 4.1 og 4.2 og drøftingen av episode 1, 2 og 3 ønsker jeg å belyse lærerens valg av orkestreringstyper med hensyn til instrumentering og instrumentaliseringssprossene. I episode 1 ser vi at læreren utnytter både Explain-the-screen og Discuss-the-screen orkestreringen for å fremme instrumenteringssprossen for elevene. I episode 2 ser vi at Sherpa-at-work og Technical-demo observeres sammen i starten av undervisningen. Her rettes fokuset mot instrumentaliseringssprossen. I en kort sekvens av episode 2 observerer vi også en Explain-the-screen orkestrering, men denne orkestreringstypen retter seg mot instrumenteringssprossen. I slutten av episode 2 ser vi at Discuss-the-screen observeres som en instrumentaliseringsspross. I episode 3 ser vi at både Discuss-the-screen og Technical-demo retter seg mot instrumentaliseringssprossen. Men i løpet av episoden ser vi at Discuss-the-screen endrer fokus og rettes mot instrumenteringssprossen.

Med disse observasjonene kan vi se at Technical-demo, Sherpa-at-work og Discuss-the-screen benyttes når elevene jobber inn erfaringer med GeoGebra-verktøyets. Her er fokuset rettet mot verktøyets muligheter og begrensninger og hvordan verktøyet kan representere begrepene i geometrien. Denne sprossen står i stil med Erfjord (2011) sin beskrivelse av instrumentaliseringssprossen. Videre observerer vi gjennom klasseromdiskursen at Discuss-the-screen kan avdekke en del av elevenes mentale skjema for verktøybruk. Dette kan hjelpe læreren å avgjøre hvor i instrumenteringssprossen elevene befinner seg.

Når vi tar for oss elevenes instrumentaliseringsspross observerer vi at læreren bruker Discuss-the-screen og Explain-the-screen orkestreringene. Her ser vi læreren benytte seg av GeoGebra-verktøyet for å tydeliggjøre matematikken bak begreper som er presentert i undervisningen. Elevene får selv undersøke og komme med sine argumenter og påstander om hvordan matematikken henger sammen når læreren presenterer begrepene i Geogebra. Vi ser at dette også står i stil med Erfjord (2011) sin beskrivelse av elevenes instrumentaliseringsspross. Med hensyn til klasseromdiskursen observerer vi at læreren også her utnytter Discuss-the-screen for å avdekke hvordan elevene ser sammenheng mellom de matematiske begrepene og verktøyets fremstilling av disse.

Avslutningsvis vil jeg rette fokuset mot Spot-and-show og Link-screen-board orkestreringstypene. Link-screen-board ble observert to ganger i denne analysen men ble ikke en

del av episodene som er fremstilt i drøftingen. Med tanke på masteroppgavens omfang har jeg ikke tatt for meg episodene med denne orkestreringstypen. Argumentet for at Spot-and-show ikke finner sted i min analyse kommer av min rolle som observatør i klasserommet. For at denne orkestreringstypen skal «observeres» må jeg ha tilgang til lærerens tankeprosess i undervisningen, der jeg eksplisitt får vite at hun har funnet en oppgave, sett en misoppfatning, eller merket seg et scenario som hun ønsker å presentere for klassen. «Spot» viser til en interessant matematisk argumentasjon fra en elev som oppdages i lærerens planleggingsfase av timen. «Show» refererer til presentasjonen av elevens argumentasjon for resten av klassen ved hjelp av digitale verktøy. Her kan elevene uttrykke sin reaksjon til det som blir vist.

6. Oppsummering

Undervisningsepisodene som er blitt gjort rede for i drøftingskapitlet viser gir oss et bilde på hvordan læreren organiserer undervisningen i arbeid med digitale verktøy. De tre episodene som er fremstilt i drøftingen beskriver ulike orkestreringstyper og hvordan instrumentell skapelse kommer til syne i de forskjellige orkestreringen. Funn i masteren viser at læreren utnytter forskjellige orkestreringstyper for å skape flyt i undervisningen. I episode 1 ser vi eksempler på hvordan Explain-the-screen kan brukes som et supplement for å fylle kunnskapshullene som oppstår i Discuss-the-screen orkestreringen. Dette eksemplifiseres i episode 1. Discuss-the-screen orkestreringen hjelper læreren å spesifisere sin undervisning inn mot klassens behov.

Smartboardet gir læreren en dynamisk mulighet som gjør det enklere å utforske de forskjellige eksemplene og fallgruvne som kan være tidkrevende på en ordinær tavle (Drijvers et al., 2010).

Det fremkommer av episode 1 at Discuss-the-screen utnyttes som orkestrering for å avdekke elevenes mentale skjema. Et argument for dette kommer frem i klasseromdiskursen. IRF-mønsteret som observeres viser tydelig at læreren søker kunnskap hos elevene.

Kommunikasjonen fra elevene kan sammenlignes med praksis definert av Wozniak et al. (2016) der læreren ønsker å avdekke elevenes praksis for å få en forståelse av deres kunnskap.

Elevsvarene følges opp med spørsmål om utdypelse fra læreren. Drijvers (2010) viser til den kollektive instrumentelle skapelsen ved bruk av Discuss-the-screen orkestreringen. I episode 1 observerer vi at læreren legger til rette for at elevene kan uttrykke sin kunnskap i diskusjonen. Siden dette foregår i plenum vil diskusjonen opptre som en kollektiv form for instrumentell skapelse. Diskusjonen i episode 1 viser både en instrumentering og instrumenteringsprosess hvor matematikken i geometri emnet og det de tekniske ferdighetene i GeoGebra står i fokus. Explain-the-screen orkestreringen synliggjøres når læreren ønsker å presisere eller forklare begrepene i plenum. Denne orkestreringsformen utnyttes når elevene ikke lenger kan fortsette diskusjonen av de matematiske begrepene på egenhånd. Diskursen i denne orkestreringen viser at fokuset havner på læreren der vi stort sett ser en form for enveiskommunikasjon. Dette funnet bekreftes av Drijvers (2010) hvor han beskriver denne orkestreringstypen som lærersentrert og brukes ofte der det er behov for forklaring av et begrep eller en algoritme.

Hvis vi sammenligner orkestreringstypene Technical-demo, Discuss-the-screen, Explain-the-screen, Link-screen-board, Spot-and-show og Sherpa-at-work kan vi tolke de fem førstnevnte orkestreringstypene som måter å arbeide på i undervisningen. Vi har teknisk demonstrasjon, diskusjon, forklaring, sammenligning og identifisering av interessant elevarbeid. Tilslutt ser vi Sherpa-at-work enten kan brukes for å presentere elevarbeid eller brukes som en birolle delegert av læreren i undervisningen. Denne birollen kan brukes parallelt med orkestreringstypen Technical-demo som vi ser et eksempel på i Episode 2. Dette er en interessant oppdagelse siden Drijvers (et al., 2010) i utgangspunktet adskiller disse orkestreringstypene i instrumentell teori. Ved å adskille mener jeg at de forskjellige orkestreringstypene ikke opptrer i samtidig. Episode 2 viser oss hvordan læreren kan dra nytte av sherpa-eleven når nytt verktøy skal innføres eller repeteres for klassen. Når læreren velger å bruke orkestreringen Sherpa-at-work ser vi hvordan hun inkluderer en elev i klassen selv om hovedmomentet ligger i en Technical-demo. En Technical-demo orkestreringer forklarer verktøyets bruksområder og teknikker (Drijvers et al., 2010) og dette ser vi i episode 1 når sherpa-eleven forklarer sin fremgangsmåte i GeoGebra. Vi

kan med dette anta at Sherpa-at-work og Technical-demo orkestreringene kan utnyttes samtidig for å inkludere et større mangfold i undervisningen. Med hensyn til instrumentell skapelse ser vi i episode 2 stort fokus på instrumenteringsprosessen. Denne prosessen tar for seg elevens utvikling av mentale skjema rettet mot verktøyets muligheter og begrensninger (Drijvers et al., 2010). Episode 3 viser oss hvordan undervisningen kan orkestreres med både Explain-the-screen, discuss-the-screen og Technical-demo i fokus. Slik det fremgår i alle tre episodene observerer vi at orkestreringstypene endres etter lærerens tolkning av elevenes behov. Ved hjelp av klasseromdiskursen kan vi helt ned på setningsnivå observere når læreren må ta avgjørelser som fører til endring i orkestreringstype. Dette observerer vi flere steder i analysen og vi ser at læreren hele tiden må være kritisk til responsen elevene gir.

7. Konklusjon

I denne studien har jeg forsøkt å besvare følgende forskningsspørsmål:

- *Hva karakteriserer en lærers undervisningsmetoder i geometri på 8. trinn når GeoGebra brukes?*

Undervisningsmetodene som beskrives i forskningsspørsmålet tar for seg lærerens utnyttelse av klasseromorkestreringer i matematikkemnet geometri. Studien har hatt fokus på hvordan digitale verktøy kan utnyttes i plenumundervisningen og hvordan orkestreringene karakteriseres ved hjelp av klasseromdiskurs. Den instrumentelle tilnærmingen vektlegger lærerens orkestreringer i arbeidet med prosessene instrumentering og instrumentalisering.

For å avgjøre orkestreringstypene har jeg tatt utgangspunkt i definisjonene til Drijvers og hans kolleger (2010). Definisjonene har gjennom min analyse vist en svakhet når datamaterialet granskes på setningsnivå. Overgangen mellom orkestreringer er vanskelig å skille som førte til at jeg måtte gå i dybden på hver enkelt undervisningsepisode. For å skille orkestreringene valgte jeg å implementere et analyseverktøy for klasseromdiskurs. Her benyttet jeg kommunikasjonsformen for å synliggjøre og skille overgangen mellom orkestreringene. Med hensyn til instrumentell orkestrering har jeg i drøftingen belyst flere orkestreringer og deres rolle i undervisningen.

Orkestreringstypen Discuss-the-screen viser at læreren kan avdekke en del av elevenes mentale skjema gjennom diskusjon av det som vises på smartboardet. Dette observeres ved flere tilfeller og står stil med hvordan kunnskap kommer til syne gjennom praksis (Wozniak et al., 2016) som i dette tilfellet er klasseromdiskusjonen. Et annet funn relatert til Discuss-the-screen viser at læreren benytter orkestreringen i begge prosessene for å oppnå instrumentell skapelse hos elevene når GeoGebra brukes som verktøy i geometriemnet. Når læreren benytter seg av GeoGebra-verktøyet for å tydeliggjøre matematikken bak begreper som er presentert i undervisningen orkestreres instrumentaliseringprosessen hos elevene. Der diskusjonen er rettet mot verktøyets begrensninger og muligheter og hvordan matematikk kan fremstilles i GeoGebra orkestreres undervisning mot instrumenteringsprosessen.

Orkestreringstypen Explain-the-screen benyttes av læreren når matematiske begreper må forklares i plenum. I mine funn ser vi at lærerens bruk av Explain-the-screen bare rettes mot elevenes instrumentaliseringssprosess. Klasseromdiskursen i denne orkestreringstypen er stort sett lærersentrert og vi observerer monologiske forklaringer av matematiske begreper.

Et funn som tidlig ble avdekket i analysen viser at orkestreringstypene kan opptre i samspill. Her ble det identifisert flere kombinasjoner som ble observert i en eller flere undervisningsepisoder. Deriblant ser vi Explain-the-screen og Discuss-the-screen som fremtredende orkestreringstyper benyttet av læreren. Disse to orkestreringstypene viste seg å være benyttet sammen i flere anledninger i undervisningsperioden. Samspillet mellom disse viser hvordan læreren utnytter Discuss-the-screen orkestreringen for å avdekke elevenes mentale skjema. Her vurderer læreren elevenes behov for en forklaring av matematisk begrep. Denne forklaring fremstilles i GeoGebra og kommer i form av en Explain-the-screen orkestrering. Sherpa-at-work og Technical-demo er også to orkestreringstyper som opptre i samspill. Disse orkestreringene benyttes av læreren i arbeid med det tekniske aspektet i Geogebra. Her rettes fokuset mot

instrumentaliseringprosessen av verktøyet der elevene erfarer programvarens muligheter og begrensinger når geometriske begreper skal fremstilles.

Når tekniske demonstrasjoner skal utgjøre en del av undervisningen ser vi i denne studien at læreren kan implementere Sherpa-at-work orkestreringen samtidig. Her ser vi at en såkalt sherpa-elev får vist sine tekniske ferdigheter hvor det samtidig holdes en teknisk demonstrasjon foran klassen. Denne formen for orkestrering kan rettes inn mot konkrete funksjoner i det digitale verktøyet der læreren veileder sherpa-eleven.

Samlet ser vi i denne studien at læreren tar i bruk opptil fem forskjellige orkestreringstyper; Discuss-the-screen, Explain-the-screen, Technical-demo, Sherpa-at-work og Link-screen-board. Her er Discuss-the-screen og Explain-the-screen tydelig de mest anvendte formene for orkestrering og representeres i nesten alle tilfeller der vi observerer en kombinasjon av orkestreringstyper. Klasseromdiskursen viser oss på et generelt plan at læreren viser kritisk holdning i undervisningen ved å stille mange spørsmål og oppfølgingsspørsmål til elevene. Dette kan forklare hvorfor nettopp Discuss-the-screen og Explain-the-screen observeres oftere enn andre orkestreringstyper.

8. Kritiske refleksjoner

I arbeidet med denne masteroppgaven har jeg tilegnet meg ny kunnskap som har vært i stadig utvikling gjennom arbeidet. Før jeg startet prosjektet hadde jeg lest mye forskningslitteratur, spesielt rettet mot det teoretiske rammeverket instrumentell teori. Med tiden har jeg utarbeidet nye synsvinkler og perspektiver på denne teorien som har påvirket hvordan jeg forstår og observerer denne i praksis. En del av den instrumentelle teori prøver å tolke kunnskap ut ifra de handlinger som observeres. Denne tolkningen vil være en subjektiv tolkning basert på våre formeninger om det vi observerer. At mine tolkninger er korrekt vil være kritisk for resultatene som presenteres i oppgaven. Dette er dessverre umulig å konstatere, men ved hjelp fra veiledere og grundig arbeid med teori kan store misoppfattelser unngås. Ved å anvende teorien om klasseromdiskurs for å analysere undervisningen kan ha påvirket hvordan jeg tolker de ulike orkestreringene i praksis. Analyseverktøyet tar definisjonene svært bokstavelig. Dette kan også påvirke hvordan jeg tolker undervisningsepisodene, spesielt med tanke på hvordan jeg har delt episoder opp i flere orkestreringstyper.

I denne studien har jeg benyttet kausstudie som kvalitativ forskningsdesign. Her har jeg undersøkt én lærers metodevalg over 8 undervisningsøkter og studien har basert seg på alle plenumsundervisninger der GeoGebra benyttes i geometriemnet. Læreren som ble observert er en deltager i DIM-prosjektet og vil derfor være påvirket av denne settingen. Orkestreringstypene som benyttes av læreren vil også være formet med tanke på prosjektdeltagelsen hvor målet i DIM-prosjektet er å skape innovativ undervisning i et digitalt verktøy. Læreren kan oppleve press i valg av undervisningsmetoder og dermed føle seg utilpass og uerfaren i undervisningssettingen. Dette kan også svekke globaliseringen av mine funn hvor prosjektet etterlyser mer bruk av digitale verktøy enn hva læreren kanskje er vant til å bruke. Min rolle som observatør vil også endre den «normale» klassetilstanden som kan påvirke mine resultater. Læreren sine erfaringer med digitale verktøy vil kunne påvirke valg av orkestreringstyper og disse erfaringene er ikke gjort rede for i denne studien.

En styrke i dette arbeidet er grundigheten i analysen. Med et utvalg på tre episoder har jeg kunnet gå i dybden på orkestreringstypene som er presentert i studien. Her har jeg sett hvordan disse opptrer i undervisningen og dannet et bilde av spesielle egenskaper til orkestreringene. Disse egenskapene definerer noen av samspillene mellom orkestreringstypene og hvordan instrumentering og instrumentalisering kan orkestreres for å oppnå instrumentell skapelse. Disse resultatene beskriver bare noen sider at orkestreringstypene og kan utarbeides ytterligere.

Et av mine metodiske valg var å opptre som fullstendig observatør i undervisningen. Samtidig filmet jeg undervisningen for å sikre meg så mye data som mulig. Til ettertanke ser jeg at mine observasjoner i undervisningen fikk liten betydning når jeg fikk med alle data jeg ønsket gjennom videoopptakene. På denne måten kunne min rolle som observatør vært unngått og ikke påvirket undervisningen i like stor grad.

Min forskning har vist at læreren tar i bruk flere orkestreringstyper i arbeid med geometriemnet i plenumsundervisningen. For å treffe størst mulig mangfold i elevgruppen tror jeg det er viktig å variere og benytte seg av ulike orkestreringer. Læreren sine erfaringer i det digitale klasserommet vil avgjøre hvordan de digitale verktøy utnyttes for et større læringspotensial. Denne erfaringen er

tidkrevende og viktig for å få størst utbytte av orkestreringsformen. Bevissthet rundt egenskapene til de forskjellige orkestreringstypene som er beskrevet i denne studien kan hjelpe læreren å danne et bilde av hvordan undervisningen bør orkestreres for konkrete læremål.

9. Referanseliste

- Ary, D., Walker, D. A., & Jacobs, L. C. (2014). *Introduction to research in education* (9th ed., international ed. ed.). Belmont, Calif.: Wadsworth Cengage Learning.
- Brown, M. W. (2009). The teacher-Tool Relationship: Theorizing the Design and Use of Curriculum Materials. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann, & G. M. Loyd (Eds.), *Mathematics Teachers at Work: Connecting Curriculum Materials and Classroom Instruction* (pp. 17-36). New York and London: Routledge
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4. utg.). Oxford: Oxford University Press.
- Chin, C. (2006). Classroom Interaction in Science: Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1315-1346. doi: 10.1080/09500690600621100
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in mathematics*, 75(2), 213-234. doi: 10.1007/s10649-010-9254-5
- Drijvers, P., Godino, J. D., Font, F., & Trouche, L. (2012). One episode, two lenses A reflective analysis of student learning with computer algebra from instrumental and onto-semiotic perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 82(1), 23-49. doi:10.2307/23434838
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Doorman, M., & Boon, P. (2013). Digital resources inviting changes in mid-adopting teachers' practices and orchestrations. *ZDM*, 45(7), 987-1001. doi: 10.1007/s11858-013-0535-1
- Drijvers, P., & Trouche, L. (2008). *From artifacts to instruments: A Theoretical Framework Behind the Orchestra Metaphor*. I W. G. Blume & M. K. Heid (Red.), Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics: Vol. 2. Cases and Perspectives (s. 363-391): Information Age Publishing.
- Erfjord, I. (2011). Teachers' Initial Orchestration of Students' Dynamic Geometry Software Use: Consequences for Students' Opportunities to Learn Mathematics. *Springer Standard Collection*, 16(1), 35-54. doi: 10.1007/s10758-011-9176-z
- Erfjord, I. (2008). *Teachers' implementation and orchestration of Cabri-use in mathematics teaching* (Doktorgradsavhandling, Universitetet i Agder). Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2393991>
- Haspekian, M. (2005). An "instrumental approach" to study the integration of a computer tool into mathematics teaching: The case of spreadsheet. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10(2), 109-141. doi: 10.1007/s10758-005-0395-z

- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Kieran, C., & Drijvers, P. (2006). The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: A study of CAS use in secondary school algebra. *International journal of computers for mathematical learning*, 11(2), 205-263. doi: 10.1007/s10758-006-0006-7
- LeCompte, M. D., & Goetz, J. P. (1982). Problems of Reliability and Validity in Ethnographic Research. *Review of Educational Research*, 52(1), 31-60. Hentet fra <http://www.jstor.org/stable/1170272>
- Læreplan i matematikk fellesfag. (2013). Læreplanverket for Kunnskapsløftet. Læreplan i matematikk fellesfag. Hentet fra <http://data.udir.no/kl06/MAT1-04.pdf?lang=nno>
- Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (2011). *Læreren med forskerblick: innføring i vitenskapelig metode for lærerstudenter*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Rabardel, P. (2002). People and technology: a cognitive approach to contemporary instruments. *Hyper Articles en Ligne*, 188. Hentet fra <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01020705>
- Sangwin, C. (2007). A brief review of GeoGebra: dynamic mathematics. *MSOR CONNECTIONS*, 7(2), 36-38. doi: 10.11120/msor.2007.07020036
- Säljö, R. (2001). *Læring i praksis: et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen akademisk.
- Sinclair, J. McH., & Colthard, R. M. (1975). *Language in Society*, 6(2), 296-299. Hentet fra <http://www.jstor.org/stable/4166936>
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free Press
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical learning* 9, 281-307. doi: 10.1007/s10758-004-3468-5
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i matematikk for realfag - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering*. Hentet fra http://www.udir.no/kl06/MAT3-01/Hele/Komplett_visning
- Utdanningsdirektoratet. (2013). *Grunnleggjande ferdigheiter*. Hentet fra <http://data.udir.no/kl06/MAT1-04.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wells, G. (1993). Reevaluating the IRF sequence: A proposal for the articulation of theories of activity and discourse for the analysis of teaching and learning in the classroom. *Linguistics and Education*, 5(1), 1-37. doi: 10.1016/S0898-5898(05)80001-4

Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. New York: Oxford University Press.

Wozniak F., Bosch, M., & Artaud, M. (2016). *The anthropological Theory of the Didactic*.
Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques. Hentet 23.11.16 fra
<http://www.ardm.eu/contenu/yves-chevallard-english%20>

Yin, R., K. (2014). *Case study research: design and methods*. Los Angeles, Calif: SAGE.

Vedlegg 1. Analyse av undervisningstimer

4.1.4 Tirsdag 19. Januar 2. Undervisningstime

I denne episoden har læreren valgt å ha fokus på begrepene polygon og mangekant og egenskapene til disse figurene. Elevene har tidligere arbeidet med polygoner og denne timen blir en form for repetisjonsundervisning der blant annet parallelogram, rombe, trapés og firkant blir nevnt. Vi observerer læreren foran klassen der hun utnytter smartboardet med eksempler.

Tabell 4.6: Klasseromdiskurs for episode 3

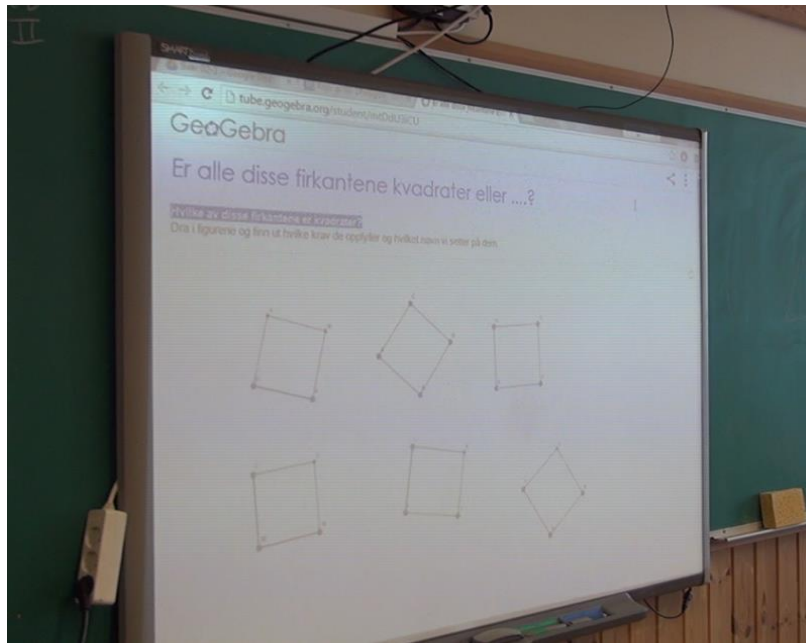
Tur	Handling	Type	Taler	Ytring
79.	I	Q	Lærer:	Opp med handa om du har hørt om ordet polygon. Hvor har du hørt det før?
80.	R	A	Elev1:	På GeoGebra.
81.	F-I	C-Q	Lærer:	Ja, det blir brukt der. Det er et annet ord for mangekant. Hva slags mangekant er dette? <i>Lærer peker på bildet av en trekant på smartboardet.</i>
82.	R	A	Elev2:	En trekant
83.	I	Q	Lærer:	Denne da? <i>Lærer peker på en firkant på smartboardet.</i>
84.	R	A	Elev3:	En firkant.
85.	I	Q	Lærer:	Finnes det andre mangekanter?
86.	R	A	Elev4:	sekskant og femkant.
87.	R	A	Elev5:	åttekant.
88.	F	C-S	Lærer:	Og sånn kan vi fortsette. Det finnes mange muligheter. Det er noen ting som er gitt alt ettersom hvilke egenskaper som gjelder for de ulike typer figurene. Og da kan du for eksempel si at dette er en firkant. <i>Lærer peker på figuren på smartboardet.</i>
Fra punkt 52 og ned til punkt 60 ser vi at læreren stiller klassen spørsmål angående figurene som er representert på tavla. Klasseromdiskursen som identifiseres følger et IRF mønster der læreren gir spørsmål og feedback til elevsvarene. Her registrerer vi en orkestreringstype Discuss-the-screen. I punkt 61 velger læreren å bekrefte svarene til elevene før hun går videre med diskusjonen. Her kan vi observere et kort skifte i orkestreringen, der læreren velger å oppsummere elevsvarene og gi en endelig forklaring (Explain-the-screen).				
89.	I	Q	Lærer:	Finnes det noen andre typer firkanter, noen spesialtyper?
90.	R	A	Elev6:	Et trapes.
91.	F-I	Q	Lærer:	Hvordan ser et trapes ut?

92. R A Elev6: Det er to parallelle linjer, eller fire parallelle linjer!
Her instruerer eleven læreren idet som skal tegnes på tavla.
93. I Q Lærer: Må alle sidene være parallelle?
94. R A Elev6: Nei, jeg blanda.
95. F S Lærer: Disse to trenger ikke å være parallelle, men disse to må være det.
Her peker læreren ut hvilke sider det gjelder samtidig som det forklares.
96. I Q Lærer: Er dette en firkant?
97. R A Klassen: Ja.
98. F C-S Lærer: Så du har noen figurer som kan være både firkant og trapés. Og da skal vi se på hvor mange andre typer slike figurer som finnes og hva som er spesielt med disse.

I punkt 62 fortsetter læreren diskusjonen i klassen ved å stille spørsmål angående trapeset. I punkt 65 utaler en elev seg feil som læreren velger å rette opp i punkt 68. Her ser vi en overgang fra Discuss-the-screen til Explain-the-screen der læreren presiserer at det bare er behov for to parallelle linjer i trapeset. Deretter fortsetter læreren diskusjonen i klassen ved et nytt spørsmål i punkt 69. Videre i punkt 71 forklarer læreren at en figur kan både være en firkant og et trapés på en gang. Vi kan se at læreren pendler mellom orkestreringen Explain-the-screen og Discuss-the-screen flere ganger mellom punkt 62 og 71. Klasseromdiskursen styres av læreren gjennom en toveiskommunikasjon, der læreren stiller spørsmål og gir feedback til elevsvarene.

99. R C-Q Elev7: Det som Elev6 forklarte, er ikke det er parallellogram?
- 100.F-I C-Q Lærer: Oi, da har vi enda en figur, hva er det som er spesielt med et parallellogram?
- 101.R A Elev7: Ingen av linjene møtes.
- 102.F C-S Lærer: Ja, vi har to og to linjer som parvis er like.
Her tegner læreren opp et parallellogram på tavla ved siden av smartboardet.

Som en avslutning på episoden ser vi i punkt 72 at elev7 oppdager medelevens feil og stiller spørsmål til Elev6 sin uttalelse. Her ser vi at læreren etterlyser kriteriene til et parallellogram og får svar. Dette svaret oppsummerer hun og tegner opp på tavla og vi ser at diskusjonen mellom elev og lærer stopper opp når læreren må forklare.



Figur 4.3:

103.I	Q	Lærer: Denne første firkanten, er det et kvadrat, eventuelt hva heter det da?
104.R	A	Elev1: Det er et kvadrat.
105.I	Q	Lærer: Hvorfor er det det?
106.R	A	Elev1: Når du flytter på det så er vinklene alltid 90 grader.
107.F-I	C-Q	Lærer: Uansett når jeg trekker i hjørnene så er det fremdeles 90 grader. Riktig. Og kan du si noe mer?
108.R	A	Elev1: Og det er en firkant.
109.F-I	C-Q	Lærer: Ja, alle disse her er firkanter. Men hva mer må til for at det skal være et kvadrat?
110.R	A	Elev2: Alle sidene er like lange.
111.F	C	Lærer: Yes.

Vi identifiserer orkestreringstypene *explain-the-screen* og *discuss-the-screen* brukt om hverandre. Læreren tar for seg en og en figur og ønsker forklaring med argumentasjon for hva de forskjellige figurene representerer. Her observeres det en syklus der *explain-the-screen* etterfølges av *discuss-the-screen*. Denne syklusen observeres til hver figur, altså seks ganger. Gjennomgående ser vi et IRF mønster der læreren stiller spørsmål og gir tilbakemelding på elevsvarene.

4.1.5 Torsdag 21. Januar 1. Undervisningstime.

I denne undervisningstimen ønsker læreren at elevene skal fortelle om vinkler de kan observere i klasserommet. Deretter får elevene starte med parvis arbeid i GeoGebra som skal vises senere i timen. Oppgaven er som følger; du skal ta et bilde, laste det opp på GeoGebra og markere på vinkelbeina og fortelle hva slags vinkler du har funnet. I denne episoden ser vi hvordan læreren bruker gruppearbeidet til diskusjon av tema om vinkler. Klasseromdiskursen styres av lærerens

spørsmål til hver enkelt gruppe og vi ser en blanding av Discuss-the-screen og Explain-the-screen som dominerende orkestreringstyper.

Tabell 4.4: Klasseromdiskurs for episode 4

Tur	Handling	Type	Taler	Ytring
112.I	Q		Lærer:	Hvor fant dere vinklene?
113.R	A		Elev1:	Vi valgte å bruke K'en på skiltet utenfor klasserommet i skolegården. Og her ser vi venstre og høyre vinkelbein og den er 59,47 grader på undersiden. Og toppunktet er her. <i>Dette pekes på.</i>
114.I	Q-Q		Lærer:	Kan dere si noe annet om denne vinkelen? Er det en rett vinkel eller spiss vinkel eller?
115.R	A		Elev1:	Det er en spiss vinkel.
116.I	Q		Lærer:	Hvorfor det?
117.R	A		Elev1:	Fordi den er mindre enn 90 grader.
118.I	Q-Q		Lærer:	Hvordan setter du navn på høyre og venstre vinkelbein? Er det riktig sånn dere har satt det?
119.R	A		Elev2:	Motsatt! <i>Læreren overtar for elevene og utdyper det elevene sa.</i>
120.F	C		Lærer:	Ja, hvis du står i toppunktet og bruker det som utgangspunkt så ser dere at dere måtte snu det.
<p>I punkt 85 til 92 ser vi at Gruppe 1 forklarer og argumenterer for sin oppgave samtidig som læreren har utspørring angående løsningen som blir presentert. I punkt 93 velger læreren å avslutte ved å utdype gruppens argumentasjon. Her observerer vi en orkestreringstype Explain-the-screen, der «Explain» viser til den matematiske argumentasjonen av vinklene som elevene presenterer og «screen» referer til GeoGebra som vises foran klassen via Smartboardet. Klasseromdiskursen sentreres rundt elevenes fremføring og vi observerer et kjent IRF-mønster med korte oppfølgingsspørsmål av læreren.</p>				
121.I	Q		Lærer:	Hva har dere gjort?
122.R	A		Elev3:	Vi tok bildet av en stjerne og valgte et av kantene. Der det innerste hjørnet er toppunktet og de to ytterste kantene som enden av vinkelbeina. <i>Her pekes det underveis i forklaringen angående hva som er høyre og venstre vinkelbein.</i>
123.R	A		Elev3:	Det er en vinkel på 92,3 grader og det er da en spiss vinkel. Fordi den er under 90 grader.
124.I	Q		Elev1:	Sa ikke du at den var 92 grader?
125.R	A		Elev3:	Jo, nei, mente den var 82 grader.

- 126.I Q Lærer: Vet dere noe mer?
 127.R A Elev3: Det er flere vinkler enn bare denne i stjerna.

Gruppe 2 presenterer sin oppgave hvor vi identifiserer Explain-the-screen når elevene argumenterer for matematikken bak vinklene i stjerna. Her ser vi at læreren avstår spørsmål om utdyping og vi observerer en enveiskommunikasjon mellom Gruppe 2 og læreren.

- 128.I Q Lærer: Hva har dere gjort da?
 129.R A Elev4: Dette er toppvinkelen og disse to er nabovinkler. *Her peker gruppe 3 på figuren sin.* Og hvis vi plusser de sammen blir det 102 grader.
 130.R A Elev4: Det er en spiss vinkel der dette er venstre og dette høyre vinkelbein og vinkelen er ca 39 grader.
Gruppe 3 peker på de tilhørende vinkelbeina på figuren.
 131.F-I C-Q Lærer: Okei, hvilke sa du var nabovinkler?
Gruppe 3 peker på nytt.
 132.F-I C-Q Lærer: Ja, okay. Hvor mange grader er nabovinkelen til den som er 39 grader? Kan man finne ut av det?
 133.R A Elev2: Da må du bare finne ut hvor mye du mangler. 180 minus 39 og da får du 141.
 134.F-I C-Q Lærer: Ja, hvorfor skal du ta akkurat 180 grader minus 39 grader?
 135.R A Elev2: Fordi det er det en helt rett linje er, 180 grader.
 136.F C Lærer: Kjempebra, fin bruk av begrepet nabovinkler også.

Gruppe 3 presenterer sin oppgave der vi ser at læreren ønsker å avdekke elevenes kunnskaper om nabovinkler. Her ser vi en faglig argumentasjon av Elev2. Dette gjør at vi kan tolke lærerens orkestrering som Explain-the-screen.

- 137.I Q Lærer: Kan neste gruppe komme opp og vise frem?
 138.R A Elev 4: Vi har toppunktet her og høyre og venstre vinkelbein her.
Gruppen gestikulerer i retning de gjeldende delene av figuren.
 139.R A Elev4: Og så har vi en spiss vinkel og den må alltid være mindre enn 90 grader. Vi hadde ikke så mye mer.
 140.F-I C-Q Lærer: Bare vent litt. Finnes det noen nabovinkler her? Eller har dere markert noe?
 141.R A Elev4: Vi er ikke helt sikre på nabovinkler.
Lærer forklarer kort og peker på nabovinkler på figuren på smartboardet.
 142.I Q Lærer: Har dere noen stumpe vinkler her?
Elev peker på en stump vinkel.
 143.R A Elev: Ja
 144.I Q Lærer: Hvordan vet du at den er stump?
 145.R A Elev4: Fordi den er over 90 grader.

146.F-I C-Q Lærer: Ja, er det flere stumpe vinkler som dere har markert?
Gruppen peker på mange eksempler av stumpe vinkler og roses av læreren.

147.F C Lærer: Yes, kjempebra.

På lik linje med gruppe 3 ser vi også at læreren stiller spørsmål bak matematikken i til stumpe vinkler. Her identifiserer vi Explain-the-screen orkestreringen hvor elevene argumenterer for sin figur samtidig som lærer spør og tetter hull der elevenes forklaring ikke er tilstrekkelig. Klasseromdiskursen har et typisk IRF-mønster med en åpen dialog mellom læreren og elevene der læreren ønsker å avdekke elevkunnskap i fremføringene.

4.1.6 Tirsdag 26. Januar 1. Undervisningstime.

Lærer introduserer timen ved å repetere begrepene og figurene som ble presentert i forrige time. Disse figurene blir presentert ytterligere av hver enkelt elevgruppe i løpet av timen.

148. Lærer: Kan dere først fortelle hva som var spesielt for romba? Hva er det som må til for at det er en rombe? Hvis dere ikke husker hva som var spesielt for romba så spør dere heller klassen om de kan hjelpe dere.

149. Elev1: Kan dere hjelpe?
Spør en elev i klassen

150. Elev2: Vinklene må ikke være 90 grader, men alle sider er like lange. Og har to og to sider med like mange grader.

151. Lærer: Har dere klart det gruppe 1?

152. Elev1: Nei, tror ikke det.

153. Lærer: Nei, okey. Hvordan kan vi vise at alle sider er like lange eller at alle vinklene er like store i GeoGebra?

154. Elev1: Det vet vi ikke.

155. Lærer: Kan dere få hjelp av noen? Hvordan kan dere gjøre det?

156. Elev2: Dere kan trykke på den knappen den der oppe, og så trykker dere på vinkel.

Her peker eleven på en knapp i GeoGebra samtidig som Gruppe1 utfører instruksjonene

Gruppe 1 presenterer to figurer i GeoGebra, en firkant og en rombe. Læreren lar Gruppe 1 forklare det de kan og gir ordet videre til klassen når det blir usikkerhet angående kriteriene for figurene. Her ser vi flere orkestreringer innledet med Explain-the-screen etterfulgt en technical-demo og sherpa-at-work. Den siste de siste orkestreringene identifiseres når elevene i klassen må forklare Gruppe 1 hvordan man tegner og utfører funksjonen i GeoGebra når vinklene i romben skal måles. En elev i Gruppe 1 blir ansett som sherpa og følger Elev1s instruksjoner.

157. Lærer: Vet dere hva dere må gjøre videre for å utføre oppgaven, eller trenger dere flere tips?
158. Elev1: Vi trenger litt mer tips.
159. Elev3: Skulle de måle lengden?
160. Lærer: Må du det?
161. Elev3: Nei, hvis de ville finne ut av hvor lange sidene var.
162. Lærer: Det kunne de ha gjort
163. Elev3: Da kan dere gå på den vinkeltingen og velger «avstand eller lengde» og så kan dere trykke på en av sidene.
164. Lærer: Hvilken side skal den målte lengden være parallell med? Den du satt lengde på nå, hva heter den andre?
165. Elev1: Den heter ingenting
166. Lærer: Gjør den ikke det?
167. Elev1: Å jo, en parallell linje!
168. Lærer: Ja, men hva er navnet på den hos deg der?
169. Elev1: E... F.
170. Lærer: EF ja! S sjekk at de er parallelle og de skal være like lange. Er de det?
171. Elev1: Nei.
172. Lærer: Nei, så der også må dere gjøre noe.

Som avslutning på presentasjonen observerer vi orkestreringene *discuss-the-screen* etterfulgt av *explain-the-screen*. Her stiller læreren åpne spørsmål angående matematikken til romben og får svar både fra Gruppe 1 og elevene i klassen. Her avslutter læreren ved å repetere kriteriene som ble nevnt av klassen.

173. Gruppe 2: Vi hadde rektangel og firkant og vi lagde firkanten først. Jeg lagde bare et kvadrat. Først så skjønnte jeg ikke helt hvordan vi skulle konstruere rektangel, men så brukte jeg «rigid polygon». Her bare tegnet jeg et rektangel med fingeren.
174. Lærer: Kan du klare å gjøre linjestykket EF mindre?
175. Gruppe2: Jeg tror det går, men jeg vet ikke helt.
176. Lærer: Går det an å konstruere figuren slik at man kan trekke i hjørnene til figuren? Forslag? *Henvender seg til klassen.*
177. Elev3: Da må du ikke bruke den tegnetingen. Da må du bruke noe annet.
178. Lærer: Hva må du bruke da?
179. Elev3: Den funksjonen over. Regulærgreier tror jeg.
180. Lærer: Hva var forskjell på mangekant og regulær mangekant? Noen som husker det?
181. Elev4: Er det ikke sånn at i regulær mangekant så er alle sidene like lange?
182. Lærer: Ja, men var det noe annet som også var med en regulær mangekant?
183. Elev5: Alle vinklene må være 90 grader.

184. Lærer: Må de være 90 grader? I en firkant så må de det. Men må de det i en femkant?
185. Elev6: Alle må være like store!
Gruppe2 demonstrerer fremgangsmåten til regulær mangelkant simultant med elevsvarene.
186. Lærer: Det er riktig, og det var lurt (*Poengterer Gruppe2 sin fremgangsmåte*).

Gruppe 2 kobler seg opp på smartboardet med sin iPad og tar for seg polygonet rektangel. Her identifiserer vi orkestreringene explain-the-screen overlappet av en technical-demo. Eleven forklarer det matematiske bak figuren samtidig som det blir gitt en teknisk veiledning på fremgangsmåte av konstruksjon i GeoGebra. Videre observerer vi en intervensjon fra læreren som stiller spørsmål angående det matematiske og det tekniske til figuren. Her svarer eleven med usikkerhet og spørsmålet går videre til klassen. Vi observerer et skifte i orkestreringene der discuss-the-screen blir etterfulgt av technical-demo og sherpa-at-work. Dette skjer på lik linje med Gruppe 1 der et gruppe medlem utfører handlingen slik klassen forklarer.

187. Gruppe3: I et kvadrat er alle vinklene 90 grader og vi trykket på regulær mangelkant og valgte fire hjørner. Og slik ble de 90 grader alle sammen.
188. Lærer: Kan du trekke på noen av de hjørnene nå?
189. Gruppe3: Ja og viser at de kan trekke i figuren.
190. Lærer: Hvis du trekker i et av hjørnene så ser vi at alle endrer seg, har de da klart å konstruere med de egenskapene de skal ha?
191. Klassen: Ja.
192. Lærer: Helt riktig.

Gruppe 3 kobler seg opp på smartboardet og presenterer kvadratet. Her kan vi observere orkestreringene explain-the-screen overlappet av en technical-demo der elevene presenterer de matematiske kriteriene for kvadratet og deretter viser fremgangsmåten i GeoGebra.

193. Lærer: Kan dere finne noe som er likt?
194. Elev7: Alle har minst to parallelle linjer.
195. Lærer: Ja, og den er viktig. For når du er inne i GeoGebra, finnes det noe du da bør starte å bruke? Når du skal starte å konstruere.
196. Elev7: Du må lage parallelle linjer.
197. Lærer: Hvor finner du det?
198. Elev7: Du må trykke på knappen med «den streken med to punkter».
199. Lærer: Er det den?
200. Elev7: Nei, kanskje ikke.
Læreren klikker på linjestykket og konstruerer en linje med to punkter.

201. Lærer: Den knappen på siden av forrige knapp. Ser dere at det står noe der?
 202. Elev7: Ja, der er parallell linje.
 203. Lærer: Der må du starte som utgangspunkt for å sørge for at linjene er parallelle hele tiden.

Læreren tar for seg de fem forskjellige polygonene (rombe, rektangel, trapes, kvadrat og parallelogram) presentert på smartboardet. I denne sekvensen spør læreren klassen hva som er felles med alle figurene. I denne undervisningssekvensen observerer vi en technical-demo der læreren stiller klassen spørsmål til fremgangsmåten. Her ser vi en kombinasjon av flere orkestreringstyper. Læreren indentifiseres som sherpa-at-work når elevene gir en forklaring og avslutter sin rolle som sherpa med en gang elevene ikke lenger kan forklare. Her går læreren over til en technical-demo.

204. Gruppe4: Vi fant ut at et parallelogram er et trapes bare med parallelle sider. Så vi vet ikke om vi har klart det, men det har skjedd noe.
 205. Lærer: Hva er det som er grunnen til at du tenker at det ikke er riktig?
 206. Gruppe4: Jeg vet ikke, jeg tok vekk hjelpelinjene. Eller, de parallelle linjene som er puttet på.
 207. Lærer: Er de da ikke lenger parallelle nå?
 208. Gruppe4: Jo, de er jo parallelle nå, men de skifter bare form.
 209. Lærer: Er det et parallelogram de har klart å lage?
 210. Klassen: Ja!
 211. Lærer: Hvorfor?
 212. Elev8: Fordi sidene vil aldri møte hverandre.
 213. Lærer: Hvilke av linjene er parallelle? Kan du si noe om det Elev8.
 214. Elev8: A D og B C, A B og D C.
 215. Lærer: Yes, da har dere klart det!

Gruppe 4 presenterer sitt parallelogram og vi en matematisk forklaring på figuren med hjelp fra klassen. Her observerer vi orkestreringene explain-the-screen etterfulgt av discuss-the-screen. Gruppe 5 presenterer sitt trapes og gir både en teknisk og matematisk forklaring på figuren. Videre stiller læreren spørsmål til klassen angående egenskapene til figuren på skjermen. Vi observerer et skifte i orkestreringen der technical-demo overlappet med explain-the-screen og deretter etterfulgt av discuss-the-screen.

216. Gruppe5: Vi skulle lage trapes. Da lager vi først et linjestykke. Klikker videre på parallell linje-funksjonen og klikker en plass på arket. Og så tegner vi to punkter på den nedre linja. Og så tegner du et linjestykke fra hvert av punktene opp til den første linja vi tegna.
 217. Lærer: Kan jeg spørre om noe? Kan du putte de punktene på nederste linje akkurat der du vil?

218. Gruppe5: Ja
219. Lærer: Hvorfor det?
220. Grupper5: Siden bare to linjer er parallelle, så når du er inne på linja så kan du fjerne hjelpelinja. Og videre kan du trekke to linje stykker, et mellom hvert av punktene som mangler linje.
221. Lærer: Er det trapes hele tiden nå når du drar i hjørnene?
222. Gruppe5: Ja
223. Lærer: Da spør vi de andre i klassen. Hvilke sider her er parallelle?
224. Elev9: AB og CD
225. Lærer: Vet vi noe om vinklene?
226. Gruppe5: Ja, de er stumpe vinkler.
227. Lærer: Hvor store er vinklene når de er stumpe. Og er alle vinklene stumpe?
228. Elev: Ja, de må være over 90 grader.
Gruppe5 måler vinkelen uten muntlig forklaring.
229. Lærer: Nå målte du den, kjempebra.
230. Gruppe5: Jeg mente at den er stump *og peker.*
Videre setter gruppe5 vinkler på alle hjørnene.
231. Lærer: Er det ingen av vinklene som må være like i et trapes?
232. Gruppe5: Nei
233. Lærer: Aldri? Hva hvis noen vinkler er like da? Hva har skjedd da?
234. Elev7: Da hadde figuren vært et kvadrat eller rektangel.
235. Lærer: hvor mange grader ville vinklene hatt da?
236. Elev7: 90 grader.

4.1.7 Tirsdag 26. Januar 2. Undervisningstime.

Timen innledes ved at læreren forklarer planen for timen. Her delegerer hun ansvar for høytlesning av det som blir presentert på smartboard. Videre stiller læreren spørsmål ved begrepet polygon og ber om forklaring fra elevene. Vi observerer orkestreringene explain-the-screen etterfulgt av discuss-the-screen der elevene forklarer begrepet de ser på smartboard og videre diskuterer kriteriene for begrepet i klassen. Det bør merkes at diskusjonen av polygonet på smartboardet ikke tar for seg teknisk forklaring. Denne sekvensen varer i 16 minutter der spørsmål fra lærer besvares av elevene.

Etter endt gruppearbeid fortsetter læreren timen med undervisning ved hjelp av smartboard. Her skriver læreren ned alle polygonene som ble gjennomgått i timen og de tilhørende gradene hvert polygon har. Her velger læreren å deiligere smartpennen til elevene som ønsker å tegne de forskjellige polygonene. Vi observerer en orkestreringstype explain-the-screen der elevene må argumentere for figuren de har tegnet. Denne orkestreringen går over til discuss-the-screen når læreren stiller spørsmål til klassen angående mangler på figurene som tegnes.

Vi observerer orkestreringene explain-the-screen overlappet av sherpa-at-work der læreren forklarer eleven hvilke matematiske kriterier som mangler og forteller hvordan eleven skal tegne figuren ferdig.

Læreren avslutter økten ved å stille et spørsmål til klassen der løsningen er en umulighet. Her indentifiserer vi orkestreringene discuss-the-screen etterfulgt av explain-the-screen der diskusjonen holdes i gang helt til læreren avslører svaret på spørsmålet som en umulighet.

4.1.8 Mandag 2. Februar 1. Undervisningstime.

Læreren starter timen med å introdusere begrepet omkrets. Her definerer læreren begrepet og stiller klassen spørsmål angående figurer en kan måle omkretsen av. Vi kan observere orkestreringstypen discuss-the-screen i denne settingen. Denne spørsmål-og-svar-sekvensen varer i 16 minutter og tar for seg forskjellige figurer og hvordan en skal beregne omkretsen til disse. Vi identifiserer orkestreringene discuss-the-screen etterfulgt av explain-the-screen opptil flere ganger. Her stiller læreren spørsmål til klassen og avslutter ved å fullføre eller legge til mangler ved forklaringene gitt av elevene.

Læreren avslutter denne sekvensen ved å oppsummere temaet om omkrets i 2 minutter. Her ser vi orkestreringstypen explain-the-screen i oppsummeringsfasen

Vedlegg 2. Resultater av analysetabell for orkestreringer

Mandag 18. Januar 1. Undervisningstime.

<i>Orkestreringer i undervisningstime</i>	<i>Situasjoner (beskrevet i tall)</i>	<i>Tidsbruk</i>	<i>Lærer i fokus</i>	<i>Elev i fokus</i>	<i>Oppg. type</i>	<i>Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi</i>
Technical-demo Teknisk demonstrasjon av Geogebrafunksjoner i felleskap						
Link-screen-board Vis sammenheng mellom Geogebra og konvensjonell matematikk						
Discuss the screen Diskusjon av skjerm i felleskap	1	35 min	1			1. Elevene er med å definerer uttrykk de kan.
Explain the screen Forklarer matematikk på skjermen uten å ta for seg det tekniske	1	35 min	1			1. Lærer forklarer uttrykk og figurer på tavla. Elevene blir rettet på/ledet om noe mangler/er feil.
Spot-and-show Vis og forklar momenter i elevsamarbeid som oppstår						
Sherpa-at-work Bruker elever til å utføre oppgaver ved innsrukeser fra lærer						

Tirsdag 19. Januar 1. Undervisningstime.

<i>Orkestreringer i undervisningstime</i>	<i>Situasjoner (beskrevet i tall)</i>	<i>Tidsbruk</i>	<i>Lærer i fokus</i>	<i>Elev i fokus</i>	<i>Oppg. type</i>	<i>Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi</i>
<i>Technical-demo</i> Teknisk demonstrasjon av Geogebrafunksjoner i felleskap	2	2. 8 min		2		2. Elev presenterer sin oppg. for klassen, der lærer spør elev hvordan de forskjellige funksjonene kan brukes.
<i>Link-screen-board</i> Vis sammenheng mellom Geogebra og konvensjonell matematikk						
<i>Discuss the screen</i> Diskusjon av skjerm i felleskap						
<i>Explain the screen</i> Forklarer matematikk på skjermen uten å ta for seg det tekniske	1 2	1. 5 min 2. 8 min	1 2			1. Lærer innleder time med forklaring av timens gjøremål. 2. Elev forklarer resten av klassen hvordan oppg. ble løst.
<i>Spot-and-show</i> Vis og forklar momenter i elevsamarbeid som oppstår						
<i>Sherpa-at-work</i> Bruker elever til å utføre oppgaver ved intsrukeser fra lærer	2	2. 8 min		2		2. Lærer bruker eleven til å vise hvordan en

						kan bruke forskjellige verktøy i programmet.
--	--	--	--	--	--	--

Tirsdag 19. Januar 2. Undervisningstime.

<i>Orkestreringer i undervisningstime</i>	<i>Situasjoner (beskrevet i tall)</i>	<i>Tidsbruk</i>	<i>Lærer i fokus</i>	<i>Elev i focus</i>	<i>Oppg. type</i>	<i>Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi</i>
Technical-demo Teknisk demonstrasjon av Geogebrafunksjoner i felleskap						
Link-screen-board Vis sammenheng mellom Geogebra/smartboard og konvensjonell matematikk						
Discuss the screen Diskusjon av skjerm i felleskap	2	2. 8 min	2			2. Lærer spør elevene hva som skjer på skjermen.
Explain the screen Forklarer matematikk på skjermen uten å ta for seg det tekniske	1, 2	1. 6 min 2. 8 min	1, 2			1. Står foran klassen og forklarer/spør elevene angående polygoner. 2. Lærer forklarer matematikk bak figurene som er vist på smartboard. Spør hele veien elevene om hva de ser og ber dem argumentere begrunnelsen.
Spot-and-show						

Vis og forklar momenter i elevsamarbeid som oppstår						
Sherpa-at-work Bruker elever til å utføre oppgaver ved innsrukeser fra lærer						1. Lærer tegner ned det elevene sier på tradisjonell tavle.

Torsdag 21. Januar 1. Undervisningstime.

<i>Orkestreringer i undervisningstime</i>	<i>Situasjoner (beskrevet i tall)</i>	<i>Tidsbruk</i>	<i>Lærer i fokus</i>	<i>Elev i fokus</i>	<i>Oppg. type</i>	<i>Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi</i>
<i>Technical-demo</i> Teknisk demonstrasjon av Geogebrafunksjoner i felleskap	1	16 min				Elev forklarer iPad funksjonene som blir brukt i oppgaven
<i>Link-screen-board</i> Vis sammenheng mellom Geogebra og konvensjonell matematikk						
<i>Discuss the screen</i> Diskusjon av skjerm i felleskap	1	16 min				Diskuterer en gruppes oppgave foran klassen
<i>Explain the screen</i> Forklarer matematikk på skjermen uten å ta for seg det tekniske	1	16 min		1		1. Forklarer klassen hva de har funnet av vinkler. Lærer spør ledende spørsmål og forklarer hvis det ikke blir besvart angående tema vinkler.

Spot-and-show Vis og forklar momenter i elevsamarbeid som oppstår						
Sherpa-at-work Bruker elever til å utføre oppgaver ved instruksjoner fra lærer						

Mandag 25. Januar. 1. Undervisningstime.

Orkestreringer i undervisningstime	Situasjoner (beskrevet i tall)	Tidsbruk	Lærer i fokus	Elev i fokus	Oppg. type	Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi
Technical-demo Teknisk demonstrasjon av Geogebrafunksjoner i felleskap	2, 3	2. 15 min 3. 2 min	3	2		2. Elevene forklarer hverandre hvordan de lager figurene helt teknisk i Geogebra 3. Elevene forklarer lærer hva som må gjøre for å konstruere figurer
Link-screen-board Vis sammenheng mellom Geogebra og konvensjonell matematikk	2	2. 15 min		2		2. Elevene forklarer figurer utifra geogebra tegninger, rombe, trapes etc.
Discuss the screen Diskusjon av skjerm i felleskap	1, 2	1. 3 min 2. 15 min		1, 2		1, 2. Spør elever om figurer og viser på smartboard
Explain the screen Forklarer matematikk på skjermen uten å ta for seg det tekniske	1 2	1. 3 min 2. 15 min		1 2		1. forklarer elevene egenskaper 2. Når elevene er oppe på tavla og viser figurer, lar læreren elevene foran klassen og de resterende i klasserommet beskrive/forklare det de ser.
Spot-and-show Vis og forklar momenter i						

elevsamarbeid som oppstår						
Sherpa-at-work Bruker elever til å utføre oppgaver ved innsrukeser fra lærer	3	3. 2 min	3			3. Lærer blir Sherpa og elev blir den forklarende personen i konstruksjonen av figurer, retter på eleven om det blir gjort feil.

Tirsdag 26. Januar 1. Undervisningstime.

Orkestreringer i undervisningstime	Situasjoner (beskrevet i tall)	Tidsbruk	Lærer i fokus	Elev i fokus	Oppg. type	Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi
Technical-demo Teknisk demonstrasjon av Geogebrafunksjoner i felleskap	2	2. 15 min		2		2. Lærer spør alle elevene i klassen, også de som presenterer, hvordan man lager de forskjellige figurene. Her lar læreren elevene ta ordet og forklarer/demonstrerer
Link-screen-board Vis sammenheng mellom Geogebra og konvensjonell matematikk						
Discuss the screen Diskusjon av skjerm i felleskap	1, 2	1. 2 min	1	2		1. Lærer tar for seg forskjellige begreper og spør klassen om de kan forklare dem. 2. Elever komme opp på smartboard og viser figurer de har laget i geogebra, klassen diskuterer hva kravene er til figurene.
Explain the screen Forklarer matematikk på	2	15 min		2		

skjermen uten å ta for seg det tekniske						
Spot-and-show Vis og forklar momenter i elevsamarbeid som oppstår						
Sherpa-at-work Bruker elever til å utføre oppgaver ved innsrukeser fra lærer	3	3. 3 min	3	2		3. Lærer spør klassen hvordan forskjellige kommandoer skal utføres og gjør slik de beskriver fremgangsmåten.

Tirsdag 26. Januar 2. Undervisningstime.

Orkestreringer i undervisningstime	Situasjoner (beskrevet i tall)	Tidsbruk	Lærer i fokus	Elev i fokus	Oppg . type	Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi
Technical-demo Teknisk demonstrasjon av Geogebrafunksjoner i felleskap						
Link-screen-board Vis sammenheng mellom Geogebra og konvensjonell matematikk	1	1. 16 min	1			1. Lærer spør elevene hva slags matematikk/informasjon man kan lese av geogebra tegninger på smartboard.
Discuss the screen Diskusjon av skjerm i felleskap	1, 2	2. 12 min	1, 2	2		1. Lærer leser opp oppgave og lar elevene svare på spørsmål angående figurer og begreper. 2. Lærer tar opp begreper og lar elevene uttrykke sin forståelse av dem.

<i>Explain the screen</i> Forklarer matematikk på skjermen uten å ta for seg det tekniske	1 2	1. 16 2. 12	1 2			1. Lærer spør og elevene forklarer matematikken bak figuren de ser på skjermen. 2. Elevene får hjelp av hverandre til å lage figurene på tavla. Retter opp feil osv.
<i>Spot-and-show</i> Vis og forklar momenter i elevsamarbeid som oppstår						
<i>Sherpa-at-work</i> Bruker elever til å utføre oppgaver ved innsrukeser fra lærer	2	15	2	2		2. Elevene får komme opp på smartboard for å tegne/vise hva slags figurer som passer til de forskjellige gradene. 180, 360, 540 osv.

Mandag 02. Februar 1. Undervisningstime.

<i>Orkestreringer i undervisningstime</i>	<i>Situasjoner (beskrevet i tall)</i>	<i>Tidsbruk</i>	<i>Lærer i fokus</i>	<i>Elev i focus</i>	<i>Oppg. type</i>	<i>Kommentar – Tek/Ped/Mat – Nytteverdi</i>
<i>Technical-demo</i> Teknisk demonstrasjon av Geogebrafunksjoner i felleskap						
<i>Link-screen-board</i> Vis sammenheng mellom Geogebra og konvensjonell matematikk						
<i>Discuss the screen</i> Diskusjon av skjerm i felleskap	1	1. 16 min	1	1		1. Lærer diskuterer og stiller spørsmål til elevene angående figurene og begreper på smartboard.

<i>Explain the screen</i> Forklarer matematikk på skjermen uten å ta for seg det tekniske	1 2	1. 16 min 2. 2 min	1 2	1		1. Elever og lærer forklarer de matematiske kriteriene til figurene/begrepene vist på smartboard. 2. Lærer oppsummerer de matematiske kriteriene til omkrets av forskjellige figurer.
<i>Spot-and-show</i> Vis og forklar momenter i elevsamarbeid som oppstår						
<i>Sherpa-at-work</i> Bruker elever til å utføre oppgaver ved innsrukeser fra lærer						