

Kommunikasjon ved bruk av medierende redskaper i matematikkundervisningen

En kvalitativ kasusstudie om sammenhenger mellom kommunikasjonsmønstre og medierende redskaper i matematikk

Rune Kleiven Rynning

Master i realfag

Innlevert: mai 2015

Hovedveileder: Frode Rønning, MATH

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for matematiske fag

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på min femårige lektorutdanning i realfag ved NTNU. Studien ble gjennomført våren 2015. Arbeidet med masteroppgaven har vært interessant og lærerikt og gitt meg nyttige perspektiver som jeg tar med meg ut i arbeidet i skolen. I løpet av studietiden og arbeidet med masteroppgaven er det flere personer som har bidratt til at jeg har kommet hit jeg er i dag. Jeg vil derfor benytte anledningen til å takke disse her.

Først vil jeg takke min veileder Frode Rønning som har delt av sin faglige innsikt og gitt gode råd i arbeidet med masteroppgaven. Dette har vært til stor nytte og inspirasjon i løpet av denne prosessen. Den matematikdidaktiske kunnskapen jeg har fått muligheten til å utvikle vil også være til stor hjelp i det videre arbeidet med undervisning i matematikk. I tillegg går en stor takk til læreren og elevene som deltok i undersøkelsen.

Jeg vil også takke alle mine venner på og utenfor lektorutdanningen for at dere har bidratt til å gjøre studietiden til en minnerik tid. Det har vært veldig fint å dele disse fem flotte årene med dere og jeg er veldig glad for å ha fått bli kjent med dere. Mine medstudenter har vært med på å gi meg mange gode øyeblikk i både faglige og utenomfaglige sammenhenger. Det har også vært en stor glede å få dele så mange gode opplevelser med andre jeg har fått bli kjent med i løpet av årene som student. Dette har gitt meg mange nye venner som jeg setter stor pris på. En ekstra takk går til Hege Fiske for all støtte og tålmodighet i løpet av studietiden.

Videre vil jeg takke min familie for at dere alltid stiller opp og er her for meg. Dere har hjulpet meg på veien til å komme hit jeg er i dag, noe jeg er svært takknemlig for. En spesiell takk går til min bestemor som viste stor interesse for studiene og arbeidet med masteroppgaven, men som dessverre ikke fikk oppleve det endelige produktet.

Trondheim, 1. juni 2015

Rune Kleiven Rynning

Sammendrag

Målet med denne studien er å øke bevisstheten rundt hvordan innføring av ulike redskaper er med på å påvirke kommunikasjonen som oppstår i matematikklasserommet. Analyseverktøyet som benyttes til dette består av teori om ulike kommunikasjonsmønstre. I tillegg er det et mål å få større innsikt i hvordan en lærer mener at matematikkundervisningen ved bygg- og anleggsteknikk bør være. Dette blir belyst ved å se på lærerens valg av metoder, redskaper og vektlegging av ulike aspekter ved undervisningen.

I studien benyttes et kvalitativt forskningsdesign og det blir tatt utgangspunkt i et sosiokulturelt læringsperspektiv. Forskningsmetodene som benyttes er observasjon og intervju. Utvalget består av en lærer og hennes 1. klasse ved studieretningen bygg- og anleggsteknikk. I denne klassen ble det tatt videoopptak av undervisningen og lydopptak av intervju med læreren. Dette datamaterialet danner grunnlaget for analysen.

Resultatene fra studien tyder på at det eksisterer noen sammenhenger mellom redskapene som blir benyttet og kommunikasjonsmønstrene som oppstår i klasserommet. Kommunikasjonen som foregår i klasserommet er hele tiden knyttet til redskapene, men det er bare i deler av undervisningstidene at redskapene blir benyttet direkte. I forbindelse med begrepsavklaringer før redskapene innføres i undervisningen, benyttes et kommunikasjonsmønster der læreren stiller spørsmål og får svar fra elevene. Dette svaret blir deretter evaluert av læreren, i tillegg til at hun gjentar elevenes svar. I situasjoner der elevene arbeider med redskapene i mindre grupper, benyttes et undersøkende kommunikasjonsmønster der det fokuseres på å utforske sammenhenger og egenskaper ved redskapene. Ved oppsummeringen av en undervisningstime etter at redskapene har blitt fjernet fra undervisningen, benyttes tradisjonelle kommunikasjonsmønstre der læreren prøver å få elevene til å presentere sine løsninger. Resultatene viser i tillegg at læreren har fokus på at matematikkundervisningen ved bygg- og anleggsteknikk skal være praktisk og variert. I tillegg er det et sterkt fokus på at matematikken skal kunne knyttes til elevenes dagligliv. Det er også viktig for læreren å ta hensyn til elevenes ønsker i planleggingen av undervisningen. Dette blir gjort for å bidra til at elevene skal oppleve undervisningen som engasjerende og motiverende.

Summary

The purpose of this study is to raise awareness of how the introduction of various tools influence the communication patterns that arise in the mathematics classroom. The analysis tool used consists of theory on different communication patterns. In addition, the purpose is to gain greater insight into how a teacher thinks that mathematics teaching in the education program building and construction should be. This is illustrated by looking at the teacher's choice of methods, tools and emphasis on different aspects of teaching.

This study, which is based on a sociocultural perspective on learning, uses a qualitative design of research. The research methods used are observation and interview. The informants are a teacher and her 1st grade class in the education program building and construction. Lessons with this class were recorded on video and interviews with the teacher were audio recorded. This material forms the basis of the analysis.

The findings in this study indicates that there are connections between the tools used and the communication patterns that occur in the classroom. The communication in the classroom is constantly linked to the tools, but the tools are used directly only during some parts of the lessons. In connection with conceptual clarifications before the tools are introduced in the lessons, a communication pattern where the teacher asks questions and receive responses from the students are used. The responses are then evaluated by the teacher. In addition, she repeats students' answers. In situations where the students are working with tools in small groups, an investigative communication pattern is used. The focus is then on exploring relationships and characteristics of the tools. During the summing up of a lesson after the tools have been removed, traditional communication patterns are used where the teacher tries to encourage students to present their solutions. The results also show that the teacher focuses on having a practical and varied teaching. In addition, she has a strong emphasis on the link between mathematics and students' everyday life. It is also important for the teacher to pay attention to input from the students when planning lessons. This is done so that the students might find their education more engaging and motivating.

Innhold

1. Innledning	3
1.1 Bakgrunn for studien	3
1.2 Formål og forskningsspørsmål	4
1.3 Teorigrunnlag	5
2. Teori	6
2.1 Overordnet teori for studien	6
2.1.1 Sosiokulturell teori	6
2.1.2 Medierende redskaper	7
2.1.3 Sosiale og sosiomatematiske normer	8
2.2 Fem steg til produktive samtaler	9
2.3 To former for matematikkundervisning	10
2.3.1 Undersøkende undervisning	10
2.3.2 Tradisjonell undervisning	11
2.4 Kommunikasjonsmønstre	13
2.4.1 IC-modellen	13
2.4.2 Dialog	14
2.4.3 IRE/IRF-mønsteret	15
2.4.4 ”Gjett hva læreren tenker”-mønsteret	15
2.4.5 Topazeeffekten	16
3. Metode	17
3.1 Bakgrunn	17
3.1.1 Forskningsdesign	17
3.1.2 Utvalg	18
3.1.3 Faglig kontekst	18
3.2 Metoder	24
3.2.1 Observasjon	25
3.2.2 Intervju	25
3.3 Etske betraktninger	27
3.4 Analyse av datamaterialet	28
3.4.1 Analysemetoder	28
3.4.2 Analyseverktøy	29

4. Analyse	31
4.1 Undervisningen med bruk av konkreter	31
4.1.1 Beskrivelse av undervisningen med bruk av konkreter	31
4.1.2 Analyse av undervisningen med bruk av konkreter	32
4.2 Den lærebokbaserte undervisningen	39
4.2.1 Beskrivelse av den lærebokbaserte undervisningen	39
4.2.2 Analyse av den lærebokbaserte undervisningen	39
4.3 Undervisningen med bruk av studentresponssystem	45
4.3.1 Beskrivelse av undervisningen med bruk av studentresponssystem	46
4.3.2 Analyse av undervisningen med bruk av studentresponssystem	46
5. Diskusjon	54
5.1 Resultatene fra studien	54
5.1.1 Resultater fra undervisningen med bruk av konkreter	54
5.1.2 Resultater fra den lærebokbaserte undervisningen	56
5.1.3 Resultater fra undervisningstimen med bruk av studentresponssystem	58
5.2 Sammenligning av resultatene	60
5.2.1 Sammenligning av kommunikasjonen ved bruk av de ulike redskapene	60
5.2.2 Sammenligning av lærerens refleksjoner	62
5.3 Studiens validitet og reliabilitet	62
5.4 Videre forskning	64
6. Konklusjon	65
Referanseliste	67

Vedlegg

1 – Samtykkeerklæring

2 – Intervjuguide til intervju før og etter undervisningstimen

3 – Intervjuguide til intervju underveis i analyseprosessen

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for studien

Min interesse for temaet kommunikasjon i undervisningen, startet i mitt andre praksissemester på lektorstudiet da jeg underviste i praktisk matematikk på en videregående skole i Trondheim. Gjennom flere samtaler med min praksisveileder fikk jeg tilbakemeldinger på hvordan jeg selv benyttet ulike former for kommunikasjon i undervisningen. Dette førte også til en økt bevissthet rundt hvordan jeg kunne bruke bestemte måter å kommunisere på for å prøve å bidra til økt læring for elevene. Jeg mener at læreren har den største innvirkningen på hvilken form for kommunikasjon som foregår i undervisningen. Dette medfører også et ansvar for å benytte en form for kommunikasjon som har som mål å bidra til økt læring. Samtidig vil elevenes bidrag til samtaler i klasserommet ha stor betydning for hvilken retning kommunikasjonen tar. Dette innebærer at læreren må være i stand til å ta imot innspill fra elevene på en respektfull måte og veksle mellom ulike former for kommunikasjon avhengig av undervisningskonteksten.

Undervisningen i fagdidaktikk på lektorutdanningen har gitt meg en større innsikt i kommunikasjonsmønstrene som kan opptre i klasserommet. Jeg mener dette er viktig å ha kunnskap om fordi det gir grunnlag for å kunne ha en reflektert kommunikasjon i klasserommet. Dette innebærer å legge opp til en undervisning der kommunikasjonen brukes bevisst for å legge til rette for elevenes læring. Samtidig har jeg fått økt kunnskap om hvordan ulike redskaper kan påvirke kommunikasjonen som foregår. Med redskaper mener jeg her ulike hjelpemidler som læreren benytter seg av i undervisningen. Dette kan være elevenes lærebok, ulike konkrete eller digitale verktøy. Kunnskap om disse redskapene ser jeg på som svært viktig i læreryrket, da denne innsikten kan brukes til å legge opp undervisningen på en måte som fremmer læring. Ved å tilføre ulike redskaper i undervisningen, vil læreren kunne bidra til å gi elevene et mangfold av strategier for å tilegne seg kunnskap. Dette er et viktig element i arbeidet med å fremme variert undervisning, noe som også er sentralt for å kunne legge til rette for tilpasset opplæring. I tillegg er en slik kunnskap viktig for å kunne reflektere over undervisningen i etterkant. Dette gir også grunnlag for å kunne gjøre endringer basert på fagdidaktisk teori og erfaringer fra tidligere undervisning.

1.2 Formål og forskningsspørsmål

Jeg ønsker å studere hvordan bruk av medierende redskaper i matematikkundervisningen henger sammen med hvilke kommunikasjonsmønstre som oppstår. Samtidig mener jeg det er interessant å se nærmere på hvordan undervisningen påvirkes av at den gjennomføres på studieretningen bygg- og anleggsteknikk. Dette innebærer å se på hvilke valg læreren gjør for å tilpasse undervisningen til elevenes forutsetninger, evner og interesser. I planleggingen av undervisningen må læreren ta en rekke avgjørelser som påvirker undervisningen som foregår i klasserommet. I tillegg må læreren kunne være fleksibel i løpet av undervisningstimen og være villig til å se etter mulige endringer i etterkant. Dette kan dreie seg om valg knyttet til hvilke læringsmål det skal arbeides med, hvilken metode som skal benyttes og hvordan elevene skal evalueres. I denne sammenhengen ønsker jeg å se spesielt på hvordan de ulike redskapene benyttes i undervisningen og hvordan arbeidet med disse kan knyttes til elevenes studieretning. Jeg ønsker også å se på hvordan undervisningen blir preget av at den foregår på bygg- og anleggsteknikk og hvordan læreren begrunner sine valg ut i fra elevenes studieretning. Dette gir opphav til følgende forskningsspørsmål:

1. I hvilken grad kan man se en sammenheng mellom valg av medierende redskaper og kommunikasjonsmønstre som oppstår i matematikkundervisningen på bygg- og anleggsteknikk?
2. Hvordan mener en lærer at matematikkundervisning på bygg- og anleggsteknikk bør være?

For å søke svar på disse forskningsspørsmålene, gjennomfører jeg en undersøkelse av undervisningsprosessene som foregår i matematikklasserommet til en 1. klasse på bygg- og anleggsteknikk. Hensikten er å få en større forståelse av hvordan kommunikasjonen foregår i matematikkundervisningen, og hvordan dette påvirkes av redskapene som blir benyttet. I tillegg er det et mål å få større innsikt i hvordan undervisningen blir tilpasset elevenes studieretning. Studien har et kvalitativt forskningsdesign, noe som er naturlig da forskningen har som hensikt å komme med en grundig beskrivelse av en spesifikk situasjon (Mertens, 2005). Jeg har valgt å benytte observasjon og intervju som forskningsmetode. Observasjon er en spesielt nyttig metode for å fange opp kommunikasjonsmønstre (Robson, 2002), og jeg mener derfor at denne metoden egner seg godt i denne studien. Samtidig er intervju en nyttig metode for å få et større innblikk i læreren sine tanker om undervisningen. Dette er viktig å ha

kunnskap om fordi det er læreren som har størst innvirkning på hvilken undervisning som finner sted i klasserommet. De valgene som blir gjort av læreren, får også konsekvenser når det gjelder hvilke kommunikasjonsmønstre som oppstår.

1.3 Teorigrunnlag

For å søke svar på forskningsspørsmålene blir det benyttet sosiokulturell teori som er beskrevet av Dysthe (2001) og Vygotsky (1978), i tillegg til teori om medierende redskaper av Säljö (2003). Jeg beskriver også de sosiale og sosiomatematiske normene (Cobb & Gravemeijer, 2006) som eksisterer i klasserommet. Dette utgjør den overordnede teorien som danner et viktig bakteppe for studien. Deretter benytter jeg meg av teori som blir brukt i analysen av kommunikasjonsmønstrene som ble observert. Her blir det benyttet teori av Anderson et al. (2009) for å vise generelle kommunikative grep som læreren kan bruke for å fremme kommunikasjon i klasserommet. Videre benytter jeg fire forhåndsbestemte kategorier for å kunne foreta en kategorisering av de ulike kommunikasjonsmønstrene. To av disse kategoriene, IC-modellen og "gjett hva læreren tenker"-mønsteret, er basert på teori av Alrø og Skovsmose (2002). I tillegg benyttes IRE/IRF-mønsteret som blir beskrevet av Cazden (1988) og topazeffekten som er basert på teori av Brousseau (1997).

2. Teori

I dette kapitlet vil jeg presentere det teoretiske rammeverket for studien. Dette danner grunnlaget for analysen av datamaterialet. Jeg presenterer først sosiokulturell teori som vil være den overordnede teorien for studien. I denne sammenheng beskriver jeg også medierende redskaper som er et sentralt element innenfor dette læringsperspektivet. Videre tar jeg for meg sosiale og sosiomatematiske normer, før jeg går over til å presentere teori som omhandler kommunikasjonen i klasserommet. Her beskriver jeg først fem generelle steg til produktive samtaler i klasserommet. Deretter tar jeg for meg to ulike former for undervisning som kan finne sted i klasserommet. Den første av disse er undersøkende undervisning, mens den andre er tradisjonell undervisning. Disse undervisningsformene har ofte innslag av bestemte former for kommunikasjon, og jeg presenterer derfor fem ulike kommunikasjonsmønstre som kan oppstå ved bruk av undersøkende eller tradisjonell undervisning. Innenfor undersøkende undervisning presenterer jeg IC-modellen som et sentralt kommunikasjonsmønster, i tillegg til noen kjennetegn ved dialoger som kan oppstå ved bruk av denne undervisningsformen. I forbindelse med tradisjonell undervisning tar jeg for meg kommunikasjonsmønstrene IRE/IRF-modellen, "gjett hva læreren tenker"-mønsteret og topazeeffekten.

2.1 Overordnet teori for studien

Jeg presenterer her den overordnede teorien for studien. Dette innledes med en presentasjon av sosiokulturell teori som er kunnskapssynet studien er basert på. I forbindelse med dette presenteres også medierende redskaper, i tillegg til sosiale og sosiomatematiske normer som er viktige for forståelsen av hva som foregår i matematikklasserommet.

2.1.1 Sosiokulturell teori

I sosiokulturell læringsteori blir det lagt stor vekt på at læring er noe som foregår mellom mennesker (Dysthe, 2001). Læringen skjer i samspillet mellom individer, og i denne sammenheng spiller kommunikasjonen mellom individene en viktig rolle. Dette læringssynet er derfor godt egnet til å fungere som en overordnet teori for denne studien, da jeg undersøker kommunikasjonen mellom elever og mellom elever og lærer.

Kunnskap blir innenfor sosiokulturell læringsteori sett på som noe som ikke kan overføres, men som må konstrueres. Tanken om at kunnskap blir konstruert er sentral også innenfor konstruktivistisk læringsteori, men det er likevel noen vesentlige forskjeller mellom disse teoriene. I konstruktivistisk læringsteori blir det fokusert på at all stimulering blir håndtert og tolket med hjelp av vår eksisterende kunnskap og oppfatning (Piaget, 1950). Dette fører til at våre indre og personlige læringsprosesser er helt sentrale. Innenfor sosiokulturell teori er det i stedet fokus på at læring foregår i en sosial kontekst. Et sentralt poeng er i denne sammenhengen at individer er avhengig av hverandre i læringsprosessene. Dette innebærer ikke at en elev er ute av stand til å løse noen oppgaver på egenhånd, men at kunnskapen utvikles i samspill med andre når eleven skal løse nye problemer som er litt mer utfordrende. En elev som er svært nær å løse en oppgave, kan klare å komme frem til en løsning ved hjelp av noen oppmuntrende ord og velvalgte tips til videre fremgangsmåte. Derfor er det viktig å fokusere på mer enn hva eleven kan på egenhånd, noe som innebærer å se etter kunnskap som ligger utenfor elevens aktuelle utviklingsnivå (Vygotsky, 1978). Dette kan gjøres ved å undersøke hva eleven er i stand til å få til i samspill med andre, noe som gir eleven mulighet til å nå sitt potensielle utviklingsnivå. Mellom disse nivåene ligger den nærmeste utviklingssonen. I dette området er eleven ikke i stand til å løse problemet alene, men han kan få til dette med litt veiledning fra en person som er kommet høyere på sitt aktuelle utviklingsnivå. Kunnskapen som eleven trenger for å løse problemet er dermed ikke ferdig utviklet, men er i stedet i en utviklingsprosess. Dette innebærer at eleven har mulighet for å oppnå læring på dette stadiet, og Vygotsky (1978) mener derfor at undervisningen bør rette seg inn mot nivået eleven er på. Når eleven har tilegnet seg den nye kunnskapen, blir han i stand til å mestre denne på egenhånd og er ikke lenger avhengig av hjelp fra andre.

2.1.2 Medierende redskaper

I et sosiokulturelt læringsperspektiv er samspillet mellom de fysiske og intellektuelle redskapene helt sentralt (Säljö, 2003). De fysiske redskapene innebærer her gjenstander som blir benyttet i undervisningen. Dette kan være elevenes lærebok, konkrete eller digitale verktøy. Blant de intellektuelle redskapene peker jeg under på språket som spesielt viktig. Elevene bruker disse redskapene til både å løse problemer og beherske sosiale praksiser. Redskapene er derfor viktige for å forstå hvordan elever benytter sine kognitive ressurser, lærer og håndterer ulike situasjoner. I de sosiale praksisene fungerer de fysiske og intellektuelle redskapene som strukturerende ressurser. I tillegg fungerer de som et hjelpemiddel når elevene skal gjøre kompetente handlinger og tolkninger. Säljö (2003) mener

det er grunnleggende at fysiske og intellektuelle verktøy fungerer som medierende redskaper i et sosiokulturelt læringsperspektiv. Å mediere betyr å fortolke, noe som ifølge Säljö (2003) skjer ved at vi håndterer den abstrakte omverdenen og forstår den gjennom de fysiske og intellektuelle redskapene.

Språket er den viktigste medierende redskapen vi benytter. Ved å bruke dette kan vi beskrive en rekke ulike fenomener som ikke har noen direkte fysisk bakgrunn. På denne måten kan språket mediere omverdenen og gjøre den meningsfull der vi ellers bare har abstrakte ideer å forholde oss til. Dette er spesielt viktig i matematikk der tegn og symboler har en sentral rolle som medierende redskaper (Duval, 2006). I tillegg er språket en ressurs for å skaffe kunnskap om verden rundt oss, ved at de språklige uttrykkene skaper en relasjon til fenomenene de beskriver (Säljö, 2003).

2.1.3 Sosiale og sosiomatematiske normer

Sosiale normer handler om hvordan den generelle deltakelsen i klasserommet er strukturert (Cobb & Gravemeijer, 2006). Dette innebærer at det eksisterer forventninger i klasserommet om hvordan man skal handle og forklare seg. Blant annet eksisterer det en felles forståelse av hvordan elevene skal forklare og argumentere for sine løsninger. Denne formen for sosiale normer eksisterer i alle typer klasserom, men jeg vil senere fokusere på sosiomatematiske normer som er spesielle for matematikklasserommet. Cobb, Yackel & Wood (1991) mener at de sosiale normene blir etablert og deretter holder seg nokså stabile i klasserommet. Disse normene kan likevel endres dersom det oppstår en ny situasjon i klasserommet, for eksempel ved at læreren benytter en annen undervisningsmetode. I dette tilfellet er det læreren som tar initiativ til endringen, men også elevene er med på å bestemme hvilke sosiale normer som oppstår.

En sosiomatematisk norm refererer til de normative aspektene ved matematiske diskusjoner som er spesifikke for elevenes matematiske aktiviteter (Cobb & Gravemeijer, 2006). Dette innebærer blant annet en forståelse av hva som er matematisk annerledes og hva som er matematisk elegant. På samme måte knytter begrepet seg også til hva som er en akseptabel matematisk forklaring og begrunnelse (Cobb & Yackel, 1996). Et viktig poeng her er at det som er en akseptabel matematisk forklaring ikke nødvendigvis er en akseptabel forklaring i andre fag. Matematikkens egenart fører dermed til at det eksisterer noen normer som er spesielle for matematikklasserommet. De sosiomatematiske normene eksisterer likevel ikke

som krav elevene er nødt til å oppfylle. I stedet er de med på å fasilitere elevenes forsøk på styre den matematiske aktiviteten i riktig retning (Voigt, 1995). Dette foregår i et klasserommiljø der elevene har mulighet til å forklare og løse matematiske oppgaver på ulike måter.

2.2 Fem steg til produktive samtaler

Anderson, Chapin og O'Connor (2009) gir fem ulike steg som lærere kan bruke for å bidra til produktive samtaler i klasserommet. Hvert av stegene handler om grep som læreren kan gjøre for å støtte opp om matematisk tenking og læring i klasserommet. Stegene er ment å skulle tjene ulike formål som totalt sett er med på å fremme elevenes deltagelse i dialoger.

Det første steget er omformulering. Forfatterne viser til at det ofte er vanskelig å forstå hva elever mener når de skal snakke om matematikk. Selv om de har tenkt fornuftig, er det ikke alltid at det høres fornuftig ut når elevene prøver å sette ord på tankene sine. Derfor kan det være nyttig, både for lærere og elever, å prøve å få formulert tankegangen på en mer fornuftig måte. Dette kan gjøres ved at læreren prøver å gjenta essensen i elevenes resonnement, for så å høre med elevene om det de ville frem til var riktig forstått. På denne måten får man også klarhet i hvilken matematisk kunnskap eleven har forklart riktig og hva som eventuelt bør utdypes nærmere. I tillegg er omformulering et nyttig grep å benytte seg av for å gi de andre elevene mer tid til å forstå hva som ble sagt. På denne måten blir de ulike elevenes ideer tilgjengelig for andre, noe som igjen gir en økt forståelse (Anderson et al., 2009).

Det andre steget forfatterne presenterer er gjentakelse. I stedet for at læreren omformulerer elevenes utsagn, er det her meningen at en elev skal prøve å gjenta utsagnet til en annen elev med sine egne ord. Også her er et viktig poeng at elevene får en ny mulighet og mer tid til å forstå hvilken matematisk kunnskap en elev forsøker å få frem. Dette fremheves som et viktig element for at elevene skal kunne ta del i den videre dialogen. I tillegg er dette steget med på å gi elevene et tydelig tegn på at deres bidrag blir tatt seriøst, noe som igjen fører til at elevene over tid vil gjøre en innsats for å prøve å bidra med forståelige resonnementer.

Når en elev har kommet med et utsagn, og de andre elevene har fått tid til å tenke over hva eleven ville frem til, kan de starte med å resonnerer rundt utsagnet som er fremsatt. En slik resonnering er det tredje steget som Anderson et al. (2009) trekker frem. Dette kan komme til uttrykk ved at elevene blir spurt om de er enige i det som har blitt sagt tidligere. På denne

måten blir elevene nødt til å bruke et eget resonnement for å komme frem til om det matematiske utsagnet gir mening. Et sentralt poeng her er at læreren følger opp med å be elevene forklare hvorfor de er enige eller uenige. Dette bidrar til at elevenes resonnement kommer frem også for resten av klassen, noe forfatterne mener er avgjørende for at resonnementet skal støtte opp om elevenes læring.

Det fjerde steget handler om å tilføye. Dette innebærer at læreren først klargjør hvilken informasjon som allerede har kommet frem, og deretter spør elevene om de har noe de vil legge til. En slik situasjon åpner for at elevene kan si seg enige eller uenige i informasjonen som har kommet frem tidligere, samtidig som de kan komme med nye synspunkter. Målet er at ønsket om ytterligere deling av synspunkter skal føre til at elevene over tid blir mer oppmerksomme på innspillene fra andre elever. Samtidig starter elevene selv en tankeprosess for å kunne bidra med egen kunnskap (Anderson et al., 2009).

Det siste steget som presenteres er ikke et steg som handler om hva læreren kan si. I stedet handler dette steget rett og slett om venting. Forfatterne mener at læreren bør vente i minst fem sekunder etter å ha stilt et spørsmål, slik at elevene får tid til å tenke gjennom hva de vil svare. På samme måte bør læreren også gi elevene tid til å organisere tankene sine etter at de har blitt bedt om å svare. Slik får også de elevene som ikke har svaret klart med en gang mulighet til å komme med sine innspill, med den viktige konsekvensen at de også vil få en større tilhørighet til dialogen (Anderson et al., 2009).

2.3 To former for matematikkundervisning

I dette delkapittelet presenteres to ulike former for undervisning. Først blir det gitt en beskrivelse av kjennetegn ved en undersøkende undervisning, og deretter presenteres kjennetegn ved en tradisjonell undervisning.

2.3.1 Undersøkende undervisning

I forbindelse med undersøkende undervisning, beskriver Skovsmose (2003) det han kaller *undersøkelseslandskapet*. Dette er en undervisningsform der elevene går i dybden på et matematisk tema og undersøker egenskaper ved dette. I en slik undervisning er ikke målet nødvendigvis å komme frem til et bestemt svar, men å utforske sammenhenger og utvide den matematiske forståelsen (Wæge, 2007). Elevene får mulighet til å utvikle egne antagelser, løsningsstrategier og metoder. Aktiviteten foregår i et samarbeid mellom lærer og elever og

elevene får mulighet til å være kreative og nysgjerrige. Skovsmose (2003) peker på at denne måten å utforske et matematisk tema på, også fører til at vi kan finne noen karakteristiske trekk som kjennetegner kommunikasjonen i en undersøkende undervisning. Dette innebærer gjerne at elevene stiller spørsmål som "Hva hvis...?", etterfulgt av at læreren spør "Hva hvis...?". Forløpet av utforskningen styres også gjerne av at elevene stiller spørsmål som "Hvorfor det?". Alrø og Skovsmose (2002) peker på at ingen bestemt form for undervisning automatisk kan karakteriseres som et undersøkelseslandskap. Det er i stedet læreren som må invitere elevene med på å undersøke et tema, mens det er først når elevene godtar invitasjonen at det virkelig kan kalles et undersøkelseslandskap.

I løpet av en utforskningsprosess kan det forekomme misforståelser i kommunikasjonen mellom lærer og elever. Blant annet kan læreren foreta en generell analyse av en oppgave, mens elevene kan ha en mer praktisk og konkret tilnærming. Målet er ikke å finne ut hva som er rett og galt, men å ta et felles ansvar for utforskningsprosessen. Med dette utgangspunktet kan man også diskutere hva elevene faktisk har lært.

I samarbeidet mellom lærer og elever, spiller elevenes perspektiver en viktig rolle. I stedet for lærerens forklaringer, er det disse perspektivene som skal danne fundamentet for aktiviteten i klasserommet. Dette vil også hjelpe læreren til å forstå hvordan elevene tenker, samtidig som elevene selv blir bevisste på egen tankemåte. Muligheten for å integrere elevenes perspektiver i undervisningen, blir i denne sammenhengen sett på som en verdifull ressurs for læring. I tillegg til å bruke dette som en ressurs, vil det også åpne for nye kvaliteter ved læringen som foregår i klasserommet.

2.3.2 Tradisjonell undervisning

Alrø og Skovsmose (2002) definerer tradisjonell matematikkundervisning som en undervisning der gjennomgang på tavla og løsning av rutineoppgaver står sentralt. Bruken av en slik undervisning innebærer også at klasserommet blir organisert på en spesiell måte. Undervisningen foregår gjerne ved at læreren først gjennomgår lærestoffet for klassen. Dette innebærer å presentere temaet som elevene skal arbeide med og å gi dem algoritmer som skal brukes for å løse oppgaver knyttet til temaet. Måten å fremstille temaet på er gjerne svært lik fremstillingen som er gitt i læreboka. Etter at læreren har fullført gjennomgangen av temaet, blir elevene satt til å arbeide med utvalgte oppgaver. Dette er oppgaver som skal løses ved å benytte fremgangsmåten som læreren nettopp har presentert. Når elevene har arbeidet ferdig

med oppgavene, sjekker læreren at elevene har løst dem på riktig måte. Å løse oppgaver fra læreboka er også en sentral del av elevenes hjemmelekser.

Alrø og Skovsmose (2004) peker også på at tradisjonell undervisning er en form for undervisning som er preget av at læreren presenterer fagstoff fra en lærebok og gir elevene en fremgangsmåte for hvordan de skal løse oppgaver knyttet til lærestoffet. De mener at dette fører til at det foregår en nokså ensartet form for undervisning i det tradisjonelle klasserommet. En slik undervisning fører også til en bestemt form for kommunikasjon i matematikklasserommet. Denne kommunikasjonsformen kommer til uttrykk ved at læreren stiller et spørsmål, elevene svarer på spørsmålet, og læreren forteller deretter elevene om svaret er riktig eller galt. I en slik situasjon vil elevene være klar over at læreren forventer et bestemt svar og Alrø og Skovsmose (2004) hevder at dette vil kunne føre til at elevene forsøker å gjette seg frem til det svaret de tror læreren vil høre. På denne måten mener de at elevene får begrensede muligheter til både å føle ansvar for egen læring, til å være aktive og til å føle eierskap til læreprosessen. I stedet ønsker forfatterne å argumentere for en undervisning der utforskende samarbeid og kommunikasjon er i sentrum. Et sentralt element ved en slik form for undervisning er dialogen.

Alrø og Skovsmose (2002) peker på oppgaveparadigmet som et viktig aspekt i det tradisjonelle klasserommet. Oppgaveparadigmet kjennetegnes av en undervisning der det er et stort fokus på oppgaveregning. Også Mellin-Olsen (1990) trekker frem oppgaveløsning som en sentral del av matematikkundervisningen. Han hevder at denne vektleggingen ikke bare er et resultat av læreres frie valg, men at den er institusjonalisert. Oppgaveparadigmet påvirker både organiseringen av hver enkelt undervisningstime, kommunikasjonen mellom lærer og elever og i tillegg den sosiale rollen som matematikk har i samfunnet. Skovsmose (2003) peker på at oppgaveparadigmet føyer seg inn i det Mellin-Olsen (1990) beskriver som oppgavediskursen. Denne diskursen blir beskrevet som et språk og en praksis som læreren utøver i tilknytning til skolen og til matematikkundervisningens tradisjon.

Bruken av ordet diskurs peker mot at det blir benyttet et bestemt språk innenfor oppgavediskursen. Mellin-Olsen (1990) nevner bruken av uttrykket å "kjøre på" med oppgaver, noe som kan vise til at elevene er på en reise der læreren har et ansvar for å føre dem trygt gjennom en rekke oppgaver eller et skoleår. Elevenes oppgave blir i denne sammenhengen å unngå å falle av underveis. Denne beskrivelsen av undervisning som en

reise, ser vi også i bruk av ord som "avsporing" og "ligge foran". Mellin-Olsen (1990) peker også på at elevenes arbeid med oppgaveløsning har en tydelig begynnelse og slutt, der slutten er markert med et svar i en fasit. Elevene ble også vurdert etter hvor langt de var kommet med oppgavene. Her var lærerne opptatt av å "kjøre på" med oppgaver slik at hele pensum ble dekket, noe som igjen indikerer at elevene er på en reise. Målet for denne reisen er eksamen.

2.4 Kommunikasjonsmønstre

I dette delkapitlet presenteres fem ulike kommunikasjonsmønstre. De to første av disse, IC-modellen og dialogen, kan det være innslag av i en undersøkende undervisning (Alrø og Skovsmose, 2004). Deretter presenteres IRE/IRF-mønsteret, "gjøtt hva læreren tenker"-mønsteret og topazeffekten. Disse kommunikasjonsmønstrene er knyttet til en tradisjonell undervisning (Alrø og Skovsmose, 2004).

2.4.1 IC-modellen

Alrø og Skovsmose (2002) beskriver IC-modellen (inquiry co-operation model) som kommunikative grep mellom lærer og elever som kan støtte opp under læring på en spesiell måte. Modellen består av de åtte elementene komme i kontakt, lokalisering, identifisering, forhandling, høyttenkning, omformulering, utfordring og evaluering. Det er likevel ikke nødvendig at alle de åtte elementene eksisterer samtidig. I en situasjon der bare noen av elementene inngår, kalles modellen i stedet for en mini-IC-modell. Et viktig aspekt ved denne modellen er aktiv lytting. Dette innebærer at lytteren ikke bare skal ha en passiv rolle til informasjonen som blir gitt, men aktivt bidra til å ta til seg kunnskapen og hjelpe den som snakker med å løse egne oppgaver. Dette kan gjøres ved å stille spørsmål til det som blir sagt og ved å bruke nonverbal kommunikasjon for å støtte opp under utsagn. Nonverbal kommunikasjon kan i denne sammenhengen dreie seg om tonefall, volum og kroppsspråk.

Å *komme i kontakt* innebærer mer enn å be om oppmerksomhet. Dette krever i tillegg at både lærer og elever retter oppmerksomheten mot å samarbeide. Når denne kontakten er opprettet, kan læreren *lokalisere* elevenes synspunkter ved å spørre hvordan de forstår en bestemt oppgave. Her kan det komme frem mange ulike synspunkter og noen av elevene kan ha vanskeligheter med å uttrykke tankene de har rundt oppgaven. Læreren kan da hjelpe til ved å stille spørsmål for å utforske og hjelpe elevene til å uttrykke hva de har tenkt. Deretter kan elevenes synspunkter *identifiseres* i form av matematiske begreper, noe som også kan skje i samarbeid mellom lærer og elever. *Forhandling* innebærer å legge frem ideer og synspunkter

som noe som kan utforskes i stedet for å presentere de som absolutte sannheter. Denne delingen av ideer kan føre til endring av perspektiver eller til videre utforskning. Forhandling starter derfor gjerne med at deltakerne presenterer argumenter for sitt syn, men her er det fullt mulig å endre synspunkt på bakgrunn av nye ideer som kommer til. En viktig del av denne prosessen er *høyttenkning*, siden dette bidrar til at de ulike synspunktene blir tilgjengelige for alle deltakerne. Hvert av disse synspunktene kan deretter utforskes videre. Læreren kan bidra til å klargjøre synspunktene ved å benytte seg av *omformulering*. Ved å benytte seg av dette, kan læreren undersøke om elevenes utsagn har blitt forstått riktig. På samme måte kan elevene benytte omformulering for å sjekke at de har forstått det læreren forsøkte å si. Dette er viktig for å unngå misforståelser og for å bidra til en felles forståelse av oppgaven det arbeides med. En klargjøring av synspunktene er også en viktig forutsetning for at læreren skal kunne gi elevene en *utfordring*. Denne utfordringen bør være tilpasset oppgaven og elevenes nivå, slik at den verken blir for lett eller for vanskelig. I løpet av prosessen bør læreren kunne veksle mellom å utfordre og å samarbeide med elevene. Læreren bør også være åpen for selv å bli utfordret. Avslutningsvis er det viktig å foreta en *evaluering* av lærerens og elevenes synspunkter. Dette innebærer å spørre om de så det samme problemet, om de forsto problemet likt og om de løste problemet ved hjelp av de samme metodene.

2.4.2 Dialog

Dialog blir av Alrø og Skovsmose (2004) karakterisert som en form for kommunikasjon der man er i en utforskningsprosess hvor man tar sjanser og samtaler på et likeverdig grunnlag. Målet med dialogen er å oppnå nye innsikter. Prosessen på vei mot ny kunnskap er preget av nysgjerrighet, undring og refleksjon. Ved å delta i en slik prosess sammen med andre, får man stilt spørsmål ved sin egen forståelse, samtidig som man oppdager nye og forskjellige former for kunnskap. I motsetning til situasjonen der læreren stiller et spørsmål og forventer et spesifikt svar, leder ikke dialogen i noen forhåndsbestemt retning. Mange ulike temaer og synspunkter kan bli en del av dialogen og utfallet av dialogen kan noen ganger bli overraskende og uforutsett. Samtidig åpner en slik dialog en rekke muligheter for læring og oppdagelse av nye og ulike sider ved temaet som diskuteres.

En viktig forutsetning for en god dialog er at deltagerne ser på hverandre som likeverdige. I dette ligger det at andres synspunkter skal bli behandlet med respekt og at mangfoldet av bidrag verdsettes ved at de til sammen åpner for en større forståelse. Ingen av deltakerne skal ha noen form for makt over de andre, ingen form for overtalelse skal finne sted og ingen skal

bli stående igjen som vinnere eller tapere. Derfor bør heller ikke formålet med dialogen være bestemt på forhånd. For å være produktiv, bør dialogen i stedet få utvikle seg gjennom en dynamisk prosess mellom likestilte kommuniserende parter (Alrø & Skovsmose, 2004).

Jeg vil nå presentere tre ulike kommunikasjonsmønstre som kan oppstå i det tradisjonelle klasserommet. Hvert av disse mønstrene har sine spesielle kjennetegn som skiller de ulike mønstrene fra hverandre. I en undervisningssituasjon vil det likevel kunne foregå kommunikasjon som veksler mellom de ulike mønstrene. Det kan derfor være mulig at enkelte elementer fra de ulike kommunikasjonsmønstrene opptrer i samme klasseromsdialog. Deler av mønstrene kan også oppstå uten at alle kjennetegnene er til stede samtidig.

2.4.3 IRE/IRF-mønsteret

Cazden (1988) beskriver IRE/IRF-mønsteret (Initiering-Respons-Evaluering/Feedback) som det vanligste kommunikasjonsmønsteret på alle klassetrinn. Mønsteret innebærer at læreren først stiller klassen et spørsmål. Dette er steget som initierer kommunikasjonen mellom læreren og elevene. Når elevene rekker opp hånda for å svare, vil en av disse bli valgt ut til å komme med sitt svar. Dette vil da være responsen på lærerens initiering. Deretter vil læreren komme med en evaluering av elevens svar. Denne evalueringen skjer gjerne i form av at læreren sier om svaret er riktig eller galt. I tillegg kan læreren komme med noen utfyllende opplysninger. Disse fungerer da som en ytterligere feedback.

2.4.4 "Gjett hva læreren tenker"-mønsteret

Alrø og Skovsmose (2002) beskriver at "gjett hva læreren tenker"-mønsteret kjennetegnes av at læreren stiller et spørsmål og elevene forsøker å svare riktig på spørsmålet. Dette innebærer at spørsmålet er av en type som har et riktig svar og at læreren kjenner dette svaret. Et riktig svar fra en av elevene vil føre til et nytt spørsmål fra læreren som følger det samme mønsteret. Siden læreren kjenner svarene på hvert spørsmål, er det læreren som styrer retningen på kommunikasjonen basert på spørsmålene som blir stilt. Elevenes oppgave blir å forsøke å forstå hva læreren tenker på og bruke dette til å svare riktig. I en slik situasjon har læreren gjerne en bevisst tanke bak hvert enkelt spørsmål siden disse skal lede frem til å avdekke en matematisk sammenheng. For elevene vil fokuset i stedet være på å svare riktig på hvert enkelt spørsmål, noe som kan føre til at den overordnede sammenheng kan være vanskelig å oppfatte.

2.4.5 Topazeeffekten

Brousseau (1997) peker på topazeeffekten som et kommunikasjonsmønster som kan oppstå når læreren stiller et spørsmål og vil frem til et bestemt svar. Læreren ønsker at elevene skal være aktivt deltagende i undervisningen og i stor grad komme frem til svaret på egen hånd. Når elevene likevel ikke klarer dette, vil læreren stille nye spørsmål for å hjelpe elevene til å avdekke svaret. Disse spørsmålene kan starte bredt siden læreren i utgangspunktet ikke ønsker å avsløre svaret direkte. Dersom elevene likevel ikke forstår hva læreren vil frem til, vil spørsmålene bli smalere og smalere helt til eleven skjønner hva svaret skal være. I verste fall kan dette gå så langt at læreren til slutt avslører hva svaret er. Noe som kan være en utfordring ved et slikt kommunikasjonsmønster, er at spørsmålene hele tiden bør ha en klar sammenheng med oppgaven som dannet grunnlaget for samtalen. I noen tilfeller kan spørsmålene bli så forenklet og løsrevet fra den opprinnelige situasjonen at elevene kan ha vanskelig for å se koblingen til oppgaven. Dette innebærer også at kunnskapen som er nødvendig for å svare på lærerens spørsmål ikke nødvendigvis er i samsvar med kunnskapen som er nødvendig for å løse oppgaven. Spørsmålene fra læreren blir da bare en metode for å gi eleven riktig svar, uten at eleven trenger å ha lært noe i prosessen. Dersom målkunnskapen forsvinner fullstendig, har vi topazeeffekten (Brousseau, 1997).

3. Metode

I dette kapittelet presenterer jeg metodene som er benyttet for å samle inn og behandle datamaterialet. Jeg tar først for meg forskningsdesignet som er benyttet, før jeg gir en beskrivelse av utvalget i studien. Deretter gir jeg en innføring i den faglige konteksten for undersøkelsen. Jeg presenterer videre datainnsamlingsmetodene observasjon og intervju som er benyttet i studien. Deretter følger noen etiske betraktninger som er relevante for metodene som er benyttet, før jeg til slutt gir en innføring i analysearbeidet som er gjort og hvilke analyseverktøy som er benyttet i dette arbeidet.

3.1 Bakgrunn

Her presenterer jeg bakgrunnen for studien. Dette innebærer å se på hvilket forskningsdesign som blir benyttet, i tillegg til hvilket utvalg som deltok i undersøkelsen. Det blir også gitt en innføring i den faglige konteksten som er relevant for studien.

3.1.1 Forskningsdesign

Undersøkelsen er en kasusstudie (Cohen, Manion & Morrison, 2011) med et kvalitativt forskningsdesign. I studien ønsker jeg å se nærmere på hvordan innføring av medierende redskaper påvirker kommunikasjonen i matematikkundervisningen ved studieretningen bygg- og anleggsteknikk. Jeg ønsker også å få større innsikt i hvordan læreren mener at undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk bør være. For å studere dette ser jeg det som mest hensiktsmessig å benytte et kvalitativt forskningsdesign. Mertens (2005) peker på at kvalitativ forskning blir benyttet når hensikten er å komme med en grundig beskrivelse av en spesifikk situasjon eller praksis, og når det er ønske om å undersøke et fenomen eller en situasjon i sine naturlige omgivelser. Dette forskningsdesignet passer derfor meget godt til formålet med studien, som er å øke bevisstheten rundt sammenhenger mellom valg av redskaper og kommunikasjonsmønstre som oppstår i matematikkundervisningen. Siden fenomenet blir undersøkt i sine naturlige omgivelser, er designet også godt egnet til å gi en større innsikt i hvordan en lærer mener at undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk bør være.

3.1.2 Utvalg

Undersøkelsen ble gjennomført ved en videregående skole i Trondheim. Ved denne skolen ble det foretatt observasjon av undervisningen i en klasse på 1. trinn ved utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk. Bakgrunnen for at denne skolen og klassen ble valgt, var at skolen hadde en passende beliggenhet og at klassens lærer ga meg mulighet til å gjennomføre undersøkelsen i hennes undervisningstimer. Læreren var også villig til å legge opp undervisningen slik at jeg fikk anledning til å gjennomføre observasjonen i løpet av et tidsrom på to uker. Klassen besto av 11 elever, der alle disse var gutter. Noen av elevene var plassert to eller tre sammen, mens andre var plassert enkeltvis i klasserommet. Bakgrunnen for dette var ifølge læreren at enkelte av elevene foretrakk å kunne samarbeide og diskutere med andre, mens andre elever helst ville arbeide individuelt. Elevene hadde også tilgang på pc i de delene av undervisningen der dette var et aktuelt hjelpemiddel. Ellers ble i hovedsak læreboka Tall i arbeid (Bue, Engeseth, Heir, Pedersen & Solvik, 2006) benyttet i læringsarbeidet. Denne boken ble dermed brukt som utgangspunkt både for aktivitetene i undervisningstimerne og for læringsmålene som ble testet i elevenes vurderingssituasjoner.

3.1.3 Faglig kontekst

I løpet av undersøkelsen arbeidet elevene med to ulike matematikkfaglige temaer. Dette var temaene geometri og økonomi. Under temaet geometri står det i læreplanen i matematikk fellesfag for yrkesfaglige utdanningsprogram at elevene skal kunne "rekne med ulike måleiningar, bruke ulike målereiskapar, vurdere kva for målereiskapar som er formålstenlege, og vurdere kor usikre målingane er" (Utdanningsdirektoratet, 2006). I denne undersøkelsen fikk elevene arbeide med dette læreplanmålet i en av undervisningstimerne som ble observert. Elevene fikk da utdelt nær sylinderformede gjenstander med sirkulært tverrsnitt som de skulle måle omkrets og diameter av. Dette dreide seg blant annet om gjenstander som kopper, rør og flasker. Etter at elevene hadde målt omkretsen og diameteren av disse redskapene, skulle de regne ut forholdet mellom disse størrelsene. At gjenstandene ikke var helt sylinderformede innebærer noen utfordringer når det gjelder å skulle foreta nøyaktige målinger. Dette kommer spesielt til syne ved at diameteren må måles på et sted på gjenstanden der omkretsen er like stor som den målte omkretsen. Dersom dette ikke blir tatt hensyn til, vil elevene kunne få en verdi som avviker noe fra det forventede resultatet.

Forholdet mellom omkretsen og diameteren til en sirkel er fra matematikkteori gitt ved

$$\frac{O}{D} = \pi,$$

der O er omkretsen, D er diameteren og π er en irrasjonal konstant. At forholdet mellom omkretsen og diameteren til en sirkel alltid er lik π , impliserer at alle sirkler er formlike. Konstanten π er irrasjonal, noe som vil si at konstanten ikke kan skrives som en brøk av to heltall. π har dermed uendelig mange desimaler og ingen periodisk desimalutvikling. Innenfor temaet geometri benyttes denne konstanten ofte til beregninger av areal og volum, blant annet for geometriske figurer som sirkler og sylindre. I skolen er det mest vanlig å avrunde π til to desimaler. Konstanten får da verdien 3,14, en verdi som også ble benyttet i undervisningstimen om geometri som ble observert i denne studien. Målet med den praktiske aktiviteten var at elevene skulle bruke konkretene til å komme frem til et svar som var i nærheten av denne verdien. Bakgrunnen for at det ikke var forventet at elevene skulle komme frem til nøyaktig verdien 3,14, er at det på grunn av målefeil er naturlig at det forekommer noen avvik fra denne verdien. Temaet målenøyaktighet er også beskrevet i læreplanmålet som er gjengitt ovenfor og det var derfor et mål at dette skulle brukes til å forklare hvorfor elevene fikk en verdi som avvek noe fra verdien 3,14. I denne sammenheng ble resultatene fra målingene og beregningene benyttet til å diskutere hvilke av målingene som var mest nøyaktige. Her ble verdiene som elevene hadde kommet frem til presentert, og noen av resultatene ble fremmet som mer nøyaktige enn de andre. Her er det viktig å påpeke at elevene kunne ha endt opp med verdien 3,14 selv om de hadde målt unøyaktig. Dette ville ha forekommet dersom hver av målingene avvek med samme faktor. Det er derimot lite sannsynlig at dette inntreffer da målefeilen i dette tilfellet måtte ha vært langt større for omkretsen enn for diameteren. Helt konkret måtte omkretsen hatt en målefeil på 3,14 enheter for hver enhet som er målt feil i forbindelse med målingen av diameteren. For å tydeliggjøre dette viser jeg her et eksempel der alle verdier er avrundet til maksimalt to desimaler: En sirkel har en omkrets på 6,28 cm og en diameter på 2 cm. Forholdet mellom omkretsen og diameter er da gitt ved

$$\frac{O}{D} = \frac{6,28 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = 3,14.$$

Dersom det derimot har blitt foretatt en måling som viser at sirkelen har en omkrets på 9,42 cm og en diameter på 3 cm, vil forholdet mellom omkretsen og diameteren fremdeles være gitt ved

$$\frac{O}{D} = \frac{9,42 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} = 3,14,$$

selv om målingene avviker fra de reelle verdiene. Avvikene er på henholdsvis $9,42 \text{ cm} - 6,28 \text{ cm} = 3,14 \text{ cm}$ for omkretsen og $3 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 1 \text{ cm}$ for diameteren. Dermed vil en målefeil på 3,14 cm for omkretsen og 1 cm for diameteren, fremdeles gi at forholdet mellom omkrets og diameter er lik 3,14. At målingene avviker med samme faktor, kommer frem ved at forholdet mellom målt verdi og reell verdi er gitt ved

$$\frac{9,42 \text{ cm}}{6,28 \text{ cm}} = 1,5$$

for omkretsen og

$$\frac{3 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = 1,5$$

for diameteren. Forholdet mellom den målte og den reelle verdien er altså lik 1,5 for både omkretsen og diameteren. Denne muligheten for at elevene kunne komme frem til riktig resultat til tross for målefeil, ble ikke tatt opp som et tema i undervisningstimen som ble observert. Likevel er dette viktig å ta hensyn til når det matematiske aspektet ved aktiviteten skal vurderes.

Målingene ble gjennomført ved hjelp av målebånd og linjal. Målebåndene var fleksible slik at de kunne brukes til å måle omkretsen av de nær sylinderformede gjenstandene som ble benyttet i den praktiske aktiviteten. Rekkevidden til målebåndene var stor nok til at de kunne måle avstander på opptil 1 meter. Linjalene var 30 cm lange og kunne brukes til å måle diameteren til redskapene som ble benyttet. Elevene fikk på denne måten benytte ulike måleredskaper, noe som er et av delmålene i læreplanen. I arbeidet med dette måtte elevene også vurdere hvilke av måleredskapene som var formålstjenlige til å måle henholdsvis

omkrets og diameter av redskapene. Dette finner vi også igjen ovenfor som et av læreplanmålene denne undervisningstimen tok sikte på å dekke.

Det siste delmålet som er gjengitt over er at elevene skal kunne regne med ulike måleenheter. I aktiviteten som ble observert i denne undervisningstimen var ikke dette delmålet like sentral. Bakgrunnen for dette er at størrelsen på gjenstandene som ble benyttet til målingene, var av en slik art at det var mest naturlig for elevene å gjennomføre målingene med centimeter som enhet. Dermed hadde ikke redskapene noen egenskaper som tilsa at elevene burde bruke andre måleenheter. Her kunne det i stedet vært mulig å be elevene regne om verdiene de fant til andre måleenheter, for deretter å se om de fikk det samme resultatet for forholdet mellom omkrets og diameter med de nye enhetene. Dette ble derimot ikke tatt opp som et tema av læreren og det ble derfor lagt noe mindre vekt på denne delen av læreplanmålet i aktiviteten som elevene gjennomførte.

Etter at den praktiske aktiviteten var gjennomført, ble resultatene listet opp på tavla. Dette ble gjort for at elevene skulle forsøke å finne en tendens ved verdiene som de ulike gruppene hadde kommet frem til. Elevene kom ikke frem til at alle verdiene var i nærheten av konstanten π bare ved å se på verdiene som ble listet opp. Læreren benyttet seg da av et begrep fra et av de andre læreplanmålene for å hjelpe elevene. I læreplanmålet står det at elevene skal kunne "løse problem som gjeld lengd, vinkel, areal og volum" (Utdanningsdirektoratet, 2006). Fra dette læreplanmålet ble begrepet areal trukket frem og læreren ba elevene prøve å huske tilbake om det var et tall som gikk igjen når de arbeidet med begreper som omkrets og areal. Elevene hadde da tidligere arbeidet med disse begrepene og hadde derfor sett formlene som benyttes for å regne ut omkrets og areal av sirkler. Dette gjøres henholdsvis ved å benytte formelen $O = D * \pi$ for å finne omkretsen og formelen $A = \pi r^2$ for å finne arealet A, der r er radiusen i sirkelen. Disse formlene er sentrale i geometriundervisningen i 1. klasse ved bygg- og anleggsteknikk. Innsikten i disse sammenhengene var i dette tilfellet også nødvendig for at elevene skulle kunne komme frem til en sammenheng mellom omkrets og diameter.

Elevene arbeidet med temaet økonomi i de to andre undervisningstimene som ble observert. Under temaet økonomi står det i læreplanen i matematikk fellesfag for yrkesfaglige utdanningsprogram at elevene skal kunne "vurdere forbruk og bruk av kredittkort og setje opp budsjett og rekneskap ved hjelp av rekneark" (Utdanningsdirektoratet, 2006). Dette

læreplanmålet fikk elevene arbeide med på ulike måter i de to undervisningstimene. I den første av disse timene ble det benyttet en lærebokbasert undervisning. Her fikk elevene anledning til å gjøre seg kjent med begrepene budsjett og regnskap. Begrepet budsjett beskriver en oversikt over de forventede inntektene og utgiftene en gitt periode, mens begrepet regnskap refererer til de virkelige inntektene og utgiftene i den samme perioden (Bue et al., 2006). Elevene arbeidet med disse begrepene ved at de fikk oppgaver der de fikk opplysninger om diverse inntekter og utgifter i løpet av en måned. Hver av disse opplysningene skulle klassifiseres som inntekt eller utgift og settes opp i et budsjett. Deretter skulle elevene benytte opplysninger om de virkelige inntektene og utgiftene til å sette opp et regnskap. I tillegg skulle de regne ut inntekts- og utgiftsavviket både i kroner og prosent. Inntektsavviket ΔI er gitt i kroner ved

$$\Delta I = I_f - I_b,$$

der I_f er den faktiske inntekten mens I_b er den budsjetterte inntekten. Utgiftsavviket ΔU er gitt i kroner ved

$$\Delta U = U_b - U_f,$$

der U_b er den budsjetterte utgiften mens U_f er den faktiske utgiften. I elevenes lærebok ble disse formlene ikke oppgitt på symbolform. Formlene blir i stedet bare gjengitt med ord. Dette blir gjort ved at læreboka (Bue et al., 2006) oppgir at disse størrelsene kan beregnes i kroner ved å benytte at inntektsavviket er gitt ved

$$\textit{inntektsavvik} = \textit{faktisk inntekt} - \textit{budsjettert inntekt},$$

mens utgiftsavviket er gitt ved

$$\textit{utgiftsavvik} = \textit{budsjettert utgift} - \textit{faktisk utgift}.$$

Formlene for inntektsavvik og utgiftsavvik er dermed litt ulike ved at verdien fra regnskapet står først i formelen når man skal beregne inntektsavviket, mens det er verdien fra budsjettet som står først når man skal beregne utgiftsavviket. Bakgrunnen for dette er at disse formlene

gir en positiv verdi for inntektsavviket dersom inntektene er større enn forventet og en positiv verdi for utgiftsavviket dersom utgiftene er mindre enn forventet. Den positive verdien viser her til at man sitter igjen med et større beløp enn det budsjettet skulle tilsi.

Formelen for prosentvis endring av en størrelse x er generelt gitt ved

$$\frac{\Delta x * 100 \%}{x_0} = \frac{(x_1 - x_0) * 100 \%}{x_0},$$

der x_0 er startverdien før endringen og x_1 er sluttverdien etter endringen. Formelen for avvik i prosent blir ikke oppgitt under temaet økonomi i elevenes lærebok. I stedet har læreboka en egen sekvens om temaet prosent. I denne sekvensen blir prosentvis endring omtalt. Det blir oppgitt at elevene kan finne prosentvis endring ved å dividere *endringen* med det *opprinnelige* tallet (Bue et al., 2006). Her er det verdt å legge merke til at det ikke blir presisert at elevene også må multiplisere med 100 % for å få det riktige prosenttallet. Dette blir i stedet synliggjort i et eksempel som blir vist etter at formelen er presentert. I forbindelse med temaet økonomi tilsvarer endringen her avviket i kroner, mens det opprinnelige tallet viser til den budsjetterte inntekten eller utgiften. Selv om formelen for prosentvis avvik ikke blir oppgitt under temaet økonomi, viste læreren hvordan elevene kunne regne ut dette i den lærebokbaserte undervisningstimen. Hun forklarte fremgangsmåten ved å vise at avviket i prosent kan beregnes ved å benytte formelen

$$\text{avvik i prosent} = \frac{\text{avvik i kroner} * 100 \%}{\text{utgangspunkt}},$$

der utgangspunktet viser til den budsjetterte inntekten eller utgiften. Læreren benytter dermed noen begreper som skiller seg fra lærebokas fremstilling av temaet prosentvis endring. Helt konkret er dette at avviket i kroner tilsvarer *endringen* og utgangspunktet tilsvarer det *opprinnelige* tallet.

I den andre undervisningstimen som omhandlet temaet økonomi ble det benyttet studentresponsystem. Dette er en enhet som gir elevene mulighet til å gi kategoriske eller numeriske svar på spørsmål som blir stilt i en undervisningstime (Collier, Hall, Hilgers & Thomas, 2005). Disse svarene blir gitt ved at elevene benytter sine elektroniske enheter til å

velge ut svaret de mener er riktig blant flere alternativer. Til dette kan de benytte enheter som pc, nettbrett eller mobiltelefon. Bruken av elektroniske enheter innebærer at svarene blir anonymisert, slik at det ikke fremkommer informasjon om hvilke av elevene som svarer feil. Dette er med på å kunne øke deltakelsen til elevene i klasserommet (University of Minnesota, 2008). Responsen fra elevene kan bli registrert og poenggitt på ulike måter avhengig av hvilket studentresponsystem som blir benyttet. Dette gir læreren en umiddelbar tilbakemelding på om elevene har forstått lærestoffet. Tilbakemeldingene kan også åpne for en diskusjon rundt hvilket svar som er riktig og det kan deretter gjennomføres en ny spørsmålsrunde for å se om noen av elevene har endret mening (Deal, 2007). Basert på resultatene, kan læreren få informasjon om hvilke deler av pensum det er nødvendig å bruke mer tid på og hvor det eventuelt er nødvendig å forandre forklaringsmåte. Tidligere studier har også vist at bruk av studentresponsystem har ført til økt læring og mer engasjerte og motiverte elever (Collier et al., 2005).

I denne undersøkelsen ble studentresponsystemet Kahoot benyttet. Dette er et spillbasert studentresponsystem (Kahoot, 2014) som læreren kan bruke til å lage egne quizer, diskusjoner og spørreundersøkelser til elevene for å undersøke hva de har fått med seg fra pensumet det arbeides med. Eventuelt kan læreren benytte seg av ferdiglagede quizer, diskusjoner og spørreundersøkelser som omhandler det aktuelle temaet. Elevene registrerer seg med et brukernavn, som vanligvis er fiktivt, og svarer på spørsmålene ved hjelp av sine elektroniske enheter. De får poeng om de svarer korrekt og basert på hvor raskt de svarer. I denne studien ble det benyttet en quiz med 10 spørsmål der det riktige svaret ble markert etter at elevene hadde besvart hvert av spørsmålene. Quizen hadde spørsmål av tre ulike typer. I de første spørsmålene skulle elevene plukke ut informasjon fra en tekst og klassifisere et beløp som inntekt eller utgift. Deretter fulgte noen spørsmål der elevene skulle regne ut inntekts- eller utgiftsavviket basert på opplysningene som var gitt i oppgaveteksten. Til slutt fikk elevene et spørsmål om kontantbeholdningen ved inngangen til en måned basert på regnskapet og budsjettet fra den forrige måneden.

3.2 Metoder

I dette delkapittelet presenterer jeg kjennetegn ved forskningsmetodene observasjon og intervju som ble benyttet i denne studien.

3.2.1 Observasjon

Observasjonen gikk over to uker og dekket to enkelttimer og én dobbeltime der elevene fikk bruke varierte arbeidsformer. Enkelttimene omhandlet geometri, mens dobbeltime tok for seg temaet økonomi. Under observasjonen valgte jeg å ta rollen som ikke-deltakende observatør. Bakgrunnen for dette var at jeg ønsket å observere en så realistisk undervisningssituasjon som mulig. I denne sammenheng peker Robson (2002) på observasjon som en spesielt nyttig metode for å undersøke hva som faktisk skjer i klasserommet. Dersom jeg hadde valgt en mer deltakende rolle, kunne jeg risikere å påvirke undervisningen på en slik måte at lærerens undervisning ikke kom like klart fram. Fokuset for observasjonen var å se etter hvilke redskaper læreren benyttet i undervisningen, hvordan disse påvirket kommunikasjonen i klasserommet og hvorvidt læreren brukte eksempler som relaterte seg til elevenes studieretning. I tillegg ble elevene observert i situasjoner der de skulle arbeide praktisk i forbindelse med geometridelen av undervisningen. Observasjonen ble dokumentert ved hjelp av et videokamera, samtidig som jeg også tok noen feltnotater underveis. Valget av observasjon som forskningsmetode, ble gjort fordi jeg så på dette som den beste muligheten til å få et innblikk i hvordan undervisningen faktisk ble gjennomført. Dette var viktig for å søke svar på det første forskningsspørsmålet.

I forkant av gjennomføringen av selve undersøkelsen, besøkte jeg klassen for å informere om prosjektet og for å bli kjent med læreren og elevene som skulle delta i undersøkelsen. På denne måten håpet jeg også at jeg ville få mulighet til å observere en så naturlig undervisningssituasjon som mulig, da mitt tidligere besøk kunne føre til at min tilstedeværelse i klasserommet under observasjonen ikke tok fokus fra elevene eller læreren.

3.2.2 Intervju

Som et supplement til observasjonen av undervisningstidene, ble det også gjennomført intervjuer med lærer før og etter undervisningstidene. I tillegg ble det gjennomført et intervju etter at prosessen med å analysere datamaterialet var i gang. Bakgrunnen for dette var at jeg ønsket å skaffe mer informasjon om lærerens tanker rundt undervisningen som foregikk i klasserommet. Dette er sentralt med tanke på å søke svar på det andre forskningsspørsmålet. Intervjuene i forkant av undervisningstidene hadde fokus på å skaffe informasjon om læringsmålene som var aktuelle. I tillegg var det et mål å få innsikt i metodene og redskapene som læreren ønsket å benytte, og bakgrunnen for valget av disse.

Intervjuene i etterkant av undervisningstimene hadde som mål å skaffe informasjon om rollen til redskapene som ble benyttet og kommunikasjonen som oppsto i klasserommet. Videre bidro intervjuene til å gi innsikt i hvilke av metodene som hadde fungert godt eller mindre godt etter lærerens oppfatning. Her ble det lagt spesielt vekt på å se etter sammenhenger mellom metodevalg og elevenes studieretning. Dette innebar å undersøke om elevene fikk anledning til å arbeide praktisk og om det ble benyttet eksempler som var knyttet til bygg- og anleggsteknikk. Lærerens utsagn om disse temaene la igjen grunnlag for refleksjon rundt hvilke endringer læreren kunne se for seg å gjøre dersom det samme opplegget skulle gjentas ved en senere anledning. I tillegg fikk læreren mulighet til å reflektere rundt enkeltepisoder fra undervisningstimene, slik at bakgrunnen for disse kunne belyses nærmere, samtidig som kommunikasjonen i situasjonene ble diskutert. Her ble det fokusert spesielt på episoder der redskapene som ble benyttet var sentrale i samtalene som foregikk. Dette innebar også å reflektere rundt hvilke valg læreren kunne gjort for at episodene kunne forløpt i en mer ønsket retning.

Innen forskning er det vanlig å skille mellom tre ulike typer intervjuer. Dette er henholdsvis strukturerte, semistrukturerte og ustrukturerte intervjuer (Robson, 2011). I denne undersøkelsen ble intervjuene gjennomført som semistrukturerte intervjuer. Dette ga meg muligheten til å få svar på noen forhåndsbestemte spørsmål (vedlegg 2 og 3), samtidig som jeg også kunne følge opp lærerens utsagn ved å stille nye spørsmål til disse. Jeg mener at denne intervjuformen passer svært godt til denne studien, da det er naturlig å følge opp interessante utsagn fra læreren med nye spørsmål for å skaffe ytterligere informasjon om hennes synspunkter. Det ble tatt lydopptak av intervjuene, slik at jeg i ettertid kunne gå tilbake for å se nærmere på informasjonen som kom frem.

Bakgrunnen for at intervju ble valgt som forskningsmetode, var at jeg så på dette som en mulighet til å få en større innsikt i hvordan læreren mente at undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk burde være. På denne måten kunne jeg også skaffe mer informasjon om bestemte episoder fra de observerte undervisningstimene og høre hvordan læreren tenkte rundt håndteringen av disse. Dette innebærer både å finne ut hvordan læreren hadde sett for seg at undervisningstimen skulle forløpe og hvilke tilpasninger som ble gjort dersom enkelte situasjoner ble annerledes enn læreren hadde trodd. I denne sammenhengen fikk læreren også anledning til å reflektere rundt årsakene til at uventede situasjoner oppsto. Her var det spesielt

interessant å se på rollen til redskapene som ble benyttet, og hvorvidt læreren begrunnet valg og hendelser ut i fra elevenes studieretning.

Bruken av både observasjon og intervju som forskningsmetode har som mål å bidra til et større grunnlag for å søke svar på forskningsspørsmålene. Observasjon er en nyttig metode for å dokumentere hva som faktisk skjer i undervisningen, mens intervjuet i forkant av undervisningstimene er med på å gi informasjon om hva læreren ønsker skal skje i undervisningen. Disse forløpene er ikke nødvendigvis i samsvar med hverandre, og de to metodene er da med på å utfylle hverandre og gi ekstra informasjon. Intervjuet i etterkant av undervisningstimene kan også få frem mulige grunner til at undervisningsforløpet ikke ble helt slik læreren hadde planlagt, noe som også er med på å gi en bredere forståelse.

3.3 Ethiske betraktninger

Alle forskningsdeltagerne i studien har blitt anonymisert og informert om at opptakene som ble gjort i forbindelse med datainnsamlingen bare ville bli sett av meg og min veileder. Dette innebærer at det ikke blir brukt de ekte navnene på verken skolen, læreren eller elevene som har deltatt i undersøkelsen. Ved å benytte informert samtykke fikk forskningsdeltagerne informasjon om formålet med studien, samtidig som jeg sikret meg at alle deltagerne deltok frivillig (Kvale & Brinkmann, 2009). Det ble sendt ut en samtykkeerklæring (vedlegg 1) til læreren og elevene slik at de fikk informasjonen de hadde krav på om studien. Denne samtykkeerklæringen skulle leses og underskrives av både læreren og elevene. Siden elevene som deltok var over 15 år, var det ikke nødvendig å innhente samtykke fra elevenes foreldre.

Samtykkeerklæringene viste at det var bare noen få av elevene som sa seg villige til å bli filmet. Dette førte til at fokuset for det meste var på læreren under videoopptakene. I de situasjonene der elevene skulle arbeide sammen i grupper, ble elevene som hadde gitt samtykke plassert i gruppe med hverandre. På denne måten fikk jeg anledning til å observere disse elevenes arbeid og kommunikasjonen mellom dem. Disse elevene ble plassert i to grupper med to elever på hver gruppe. Disse fire elevene utgjorde kjerneutvalget i de delene av observasjonen der det foregikk gruppearbeid. I tillegg ble det gjort flere tilfeldige utvalg i undervisningssekvensene som ikke inneholdt gruppearbeid. Dette innebærer at det ble tatt lydopptak av kommunikasjon i elevgrupper og kommunikasjon mellom lærer og enkeltelever.

3.4 Analyse av datamaterialet

Under følger en beskrivelse av hvordan analysen av datamaterialet blir gjennomført. Dette innebærer å se på hvilke analysemetoder som blir benyttet og hvilket analyseverktøy som er relevant.

3.4.1 Analysemetoder

Etter at alt datamaterialet var samlet inn, startet jeg med å transkribere lærerens utsagn i intervjuene og samtalene som hadde forekommet under observasjonen. I tillegg benyttet jeg feltnotatene og hukommelsen til å danne et så fullstendig bilde som mulig av datamaterialet som var samlet inn. Ved å gjøre dette så raskt som mulig etter at datainnsamlingen hadde funnet sted, ønsket jeg å bidra til å få med så mye som mulig av informasjon som kunne være relevant for å svare på forskningsspørsmålene.

Analysearbeidet som gjaldt observasjonene i klasserommet ble startet ved at jeg lagde en beskrivelse av hva som hadde foregått i hver av de tre undervisningssekvensene. Formålet med dette var å ha et overordnet bilde av aktiviteten som hadde funnet sted i klasserommet. Her inkluderte jeg også noen korte analyser der jeg så at det var situasjoner som kunne være spesielt interessante. Videre valgte jeg ut de utdragene som jeg mente var mest nyttige å analysere med tanke på å kunne gi svar på forskningsspørsmålene. Disse utdragene ble analysert ved hjelp av teorien om kommunikasjonsmønstre som er presentert i kapittel 2. Analysen innebar å se etter hvilke former for kommunikasjon som var synlige i samtalesekvensene som ble plukket ut, og på hvilken måte disse kom til syne. Jeg så også spesielt etter hvilken rolle redskapene spilte i samtalene mellom elevene og mellom lærer og elever.

Etter at utdragene var analysert, ble det foretatt en ny utvelgelse av de mest interessante resultatene. Disse ble deretter analysert på nytt ved at jeg gikk enda grundigere til verks for å prøve å frembringe en forståelse av hva som foregikk i samtalene. I denne fasen ble det også foretatt noen nye transkripsjoner fra situasjoner der jeg mente det var behov for mer utfyllende informasjon om hva som foregikk i klasserommet. Lyd- og videoopptakene var svært nyttige i dette arbeidet, da disse ga meg mulighet til å gå tilbake i datamaterialet for å se og høre hva som hadde foregått i undervisningen. Dette hadde også som mål å øke forståelsen av hvilken form for kommunikasjon som var tilstede i klasserommet.

Analysen av intervjuene ble startet ved at jeg først lagde en beskrivelse av refleksjonene som læreren hadde gjort seg om undervisningen. Her prøvde jeg å trekke sammen ulike deler fra de forskjellige intervjuene for å prøve å lage et samlet bilde av lærerens tanker rundt temaene som ble tatt opp. I tillegg prøvde jeg å trekke sammen refleksjonene som var knyttet til bestemte episoder fra de ulike undervisningstimene. På bakgrunn av dette startet jeg først med å foreta noen korte analyser av lærerens utsagn. Dette inkluderer både utsagn som var knyttet til bestemte episoder fra undervisningen og utsagn som omhandlet mer overordnede temaer knyttet til opplæring.

Etter at utdragene fra intervjuene var analysert, ble det også her foretatt en ny utvelgelse av de mest interessante resultatene. Disse ble deretter analysert på nytt ved at jeg gikk enda dypere inn i datamaterialet for å prøve å få en forståelse av lærerens tanker om undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk. I denne sammenheng var lydopptakene av intervjuene til stor nytte, da disse ga meg mulighet til å gå tilbake i datamaterialet for å høre hvilke tanker læreren hadde gjort seg om undervisningen. Dette hadde som mål å få en større innsikt i hvordan læreren mente at undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk bør være.

3.4.2 Analyseverktøy

I arbeidet med analysen av datamaterialet, benytter jeg det teoretiske rammeverket som er presentert i kapittel 2. Fra dette rammeverket vil teori om de ulike kommunikasjonsmønstrene være mest sentralt i analysen, mens teori om sosiale og sosiomatematiske normer vil være med på å danne en viktig bakgrunn for analysen av aktiviteten i klasserommet. Dialogene fra klasseromssituasjonene er inndelt etter hvilken undervisningssekvens de inngår i. På samme måte blir lærerens tanker om undervisningen knyttet til episoder som oppstår i hver enkelt undervisningssekvens. Bakgrunnen for denne inndelingen er at jeg mener dette er en god måte å sortere datamaterialet på når målet er å studere kommunikasjonen som oppstår i hver av sekvensene. I tillegg innebærer dette en inndeling basert på hvilke redskaper som blir benyttet i undervisningen der samtalene foregår. Dette fører til at jeg deler inn dialogene i tre ulike undervisningssekvenser der det blir benyttet henholdsvis lærebok, konkrete og studentresponssystem som redskaper. I denne sammenheng blir også lærerens tanker om de ulike redskapene knyttet til undervisningstimene der hvert enkelt redskap ble benyttet. En slik inndeling er spesielt viktig med tanke på å studere redskapenes rolle i undervisningen. Jeg mener også det er hensiktsmessig å dele inn dialogene slik fordi dette er med på å synliggjøre

sammenhenger mellom redskapene og kommunikasjonen som oppstår i arbeidet med disse artefaktene.

Dialogene fra undervisningstimene blir analysert ved å foreta en kategorisering innenfor de ulike kommunikasjonsmønstrene. I dette arbeidet fungerer IRE/IRF-modellen, "gjett hva læreren tenker"-mønsteret, topazeeffekten og IC-modellen som forhåndsbestemte kategorier. Kategoriseringen blir gjort ved å se etter kjennetegn ved hvert av mønstrene i de ulike samtalesekvensene. I tillegg ser jeg på redskapenes plass i samtalene for å kunne studere mulige sammenhenger mellom valg av redskaper og kommunikasjonsmønstrene som oppstår i undervisningen. Jeg benytter teori av Alrø og Skovsmose (2002) om IC-modellen og "gjett hva læreren tenker"-mønsteret, i tillegg til teori om IRE/IRF-mønsteret (Cazden, 1988) og topazeeffekten (Brousseau, 1997) som et verktøy for å plassere dialogene innenfor de ulike kommunikasjonsmønstrene. I tillegg benyttes teori om produktive samtaler av Anderson et al. (2009) for å se på hvilke grep læreren kan gjøre for å prøve å fremme gode samtaler i klasserommet. Dette blir knyttet opp mot lærerens tanker rundt kommunikasjonen som blir benyttet i undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk. Jeg benytter også teori av Alrø og Skovsmose (2004) om tradisjonell undervisning og Skovsmoses (2003) teori om undersøkende undervisning. På denne måten ønsker jeg å kunne si noe om hvilken form for undervisning som foregår i de tre sekvensene.

Lærerens tanker om undervisningen blir analysert ved å knytte informasjonen som kom frem i intervjuene til undervisningen som foregikk i klasserommet. Dette gjelder både lærerens tanker om kommunikasjonen i klasserommet og om redskapene som ble benyttet i de tre undervisningssekvensene. I denne sammenheng foretas også en analyse av lærerens tanker om overordnede temaer ved undervisningen som har betydning for situasjonene som oppsto i klasserommet. Dette innebærer å gjøre reflekterte tolkninger av lærerens utsagn og å sette dette i sammenheng med undervisningen som ble observert. Datamaterialet som ble samlet inn i løpet av undervisningstimene er derfor et sentralt verktøy for å få informasjon om hvilke situasjoner læreren faktisk tenker på.

4. Analyse

I dette kapittelet går jeg i dybden på kommunikasjonen som ble observert i klasserommet. Jeg foretar også en analyse av lærerens tanker om undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk. Dette blir koblet til episoder som blir gjengitt fra undervisningstimene som ble observert. For å kunne belyse kommunikasjonsmønstrene i de ulike undervisningssituasjonene, ønsker jeg først å kategorisere de ulike settingene. Jeg foretar her en inndeling av de tre undervisningssituasjonene basert på hvilke redskaper som ble benyttet. For hver av disse gir jeg først en beskrivelse av forløpet i undervisningstimene, med den hensikt å danne et overordnet bilde av hva som foregikk. Deretter presenterer jeg dialoger som er typiske for kommunikasjonen som oppsto i klasserommet. Dette innebærer både dialoger mellom lærer og elever i helklassen og mellom elever når de arbeider i mindre grupper. Her inkluderer jeg også lærerens tanker om temaene som blir tatt opp i dialogene. Jeg knytter i tillegg kommunikasjonen opp mot hvilke redskaper som blir benyttet. Dialogene blir analysert ved hjelp av analyseverktøyet som er beskrevet i kapittel 3. Jeg tar først for meg undervisningstimene der det ble benyttet konkreter, deretter den lærebokbaserte undervisningstimene og til slutt undervisningstimene der det ble benyttet studentresponsystem.

4.1 Undervisningen med bruk av konkreter

Her vil jeg ta for meg den første av undervisningstimene som ble observert. Det blir først gitt en beskrivelse av forløpet i timen, og deretter foretas en analyse av kommunikasjonen som oppsto ved bruk av konkreter i undervisningen. I tillegg blir det gjennomført en analyse av lærerens refleksjoner rundt timen.

4.1.1 Beskrivelse av undervisningen med bruk av konkreter

Læreren startet den første undervisningstimene med å forklare at de skulle se på temaene geometri og forhold. Dette er temaer som også er nevnt i læreplanen for matematikk fellesfag ved yrkesfaglige utdanningsprogram. I et av kompetansemålene hentet herfra heter det at elevene skal kunne "rekne med ulike måleiningar, bruke ulike målereiskapar, vurdere kva for målereiskapar som er formålstenlege, og vurdere kor usikre målingane er" (Utdanningsdirektoratet, 2006). Geometri og forhold ble presentert som temaer som går igjen i hele matematikken og som er spesielt viktig for elevene på bygg- og anleggsteknikk. Videre ble det presisert at de skulle se på forholdet mellom omkrets og diameter av nær

sylinderformede objekter. Dette var gjenstander av varierende størrelse som elevene kjente til fra dagliglivet, blant annet kopper, rør og flasker. Elevene ble delt inn i fire grupper og fikk arbeide sammen i gruppene om å måle omkrets og diameter av gjenstandene som læreren hadde tatt med til undervisningstimen. Deretter skulle elevene regne ut forholdet mellom omkretsen og diameteren til hver av gjenstandene.

Etter at elevene hadde gjort ferdig målingene og utregningene, ble resultatene fra hver av gruppene skrevet opp på tavla. Dette ble gjort ved at læreren først laget en liste over gjenstandene som elevene hadde benyttet til målingene. Deretter ble elevenes utregninger av forholdet mellom omkrets og diameter skrevet opp ved siden av hver av de tilhørende gjenstandene. Læreren ba elevene om å studere tallene de hadde funnet for å se om de kunne finne en tendens i svarene de hadde fått. Da elevene ikke fant dette, spurte læreren i stedet om de kunne huske et tall som gikk igjen fra det de hadde lært om areal og omkrets av sirkler. Læreren hint om å tenke på et tall som gikk igjen i arbeidet med begrepene areal og omkrets, førte til at en av elevene etter kort tid kom frem til det riktige svaret, nemlig at forholdet mellom omkrets og diameter er lik π . Læreren fortsatte med å spørre om elevene husket formelen for omkretsen til en sirkel. Her måtte læreren gi en del hjelp før de kom frem til formelen på formen $O = D * \pi$. Deretter viste læreren at man ved å dele på D på begge sider kom frem til at forholdet elevene hadde regnet ut, ville bli lik π dersom elevene hadde målt veldig nøyaktig. Gjennomgangen av dette ble tatt opp som et tema i det etterfølgende intervjuet, da jeg ønsket å få større innsikt i bakgrunnen for at læreren hadde vist elevene svaret i stedet for å la dem prøve å finne dette selv. Læreren fremhevet da at siden matematikken ved bygg- og anleggsteknikk var av en praktisk karakter, var det naturlig at fokuset ble lagt på matematikkens anvendelser og resultater. Dette innebar at det ble fokusert mindre på at elevene skulle kunne bevise sammenhenger eller på andre måter komme frem til resultater på egen hånd. Et slikt fokus på de matematiske resultatene som fremkom, førte også til at det ble benyttet mindre tid til å fokusere på symbolmanipulasjonen som var nødvendig for å komme frem til resultatet.

4.1.2 Analyse av undervisningen med bruk av konkrete

Jeg presenterer under flere samtalesekvenser fra undervisningstimen der det ble benyttet konkrete. Denne undervisningstimen ble innledet med at læreren fortalte elevene hva de skulle gjøre, og sjekket at de kunne sentrale begreper som omkrets og diameter. Deretter ble elevene satt i gang med gjennomføringen av selve aktiviteten der de fikk arbeide sammen i

grupper. Etter at elevene var ferdige med målingene og utregningene de skulle gjøre, startet læreren på en oppsummering der elevenes resultater ble presentert. Disse resultatene ble brukt til å si noe generelt om tendensen i svarene som elevene hadde fått, i tillegg til at noen av resultatene ble trukket frem som spesielt nøyaktige. Avslutningsvis viste læreren det endelige resultatet som hun ønsket at elevene skulle huske fra undervisningstimen.

Sekvensene som blir presentert under viser kommunikasjon mellom elever og mellom elever og lærer, og jeg foretar en analyse av hvilken form for kommunikasjon som har blitt observert i hver av samtalesekvensene. I den første sekvensen skal læreren til å starte opp den praktiske aktiviteten der elevene skal måle omkrets og diameter av ulike gjenstander og deretter regne ut forholdet mellom disse. Denne sekvensen foregår altså før elevene har begynt å benytte konkretene. Her ble følgende samtalesekvens observert mellom læreren og noen av elevene:

- K.1 Lærer: Vet alle hva diameter er for noe?
- K.2 Knut: Ja, det er tvers over.
- K.3 Lærer: Det er tvers over, veldig bra.
- K.4 Lærer: Diameter er altså tvers over. Vet alle hva omkrets er for noe da?
- K.5 Ola: Ja, det som er rundt.
- K.6 Lærer: Det som er rundt, bra.

I denne sekvensen er læreren fokusert på å avklare begreper som er nødvendig for å kunne gjøre målinger på redskapene som blir brukt. Elevene er avhengige av å kjenne til begrepene omkrets og diameter for å kunne måle disse størrelsene i den etterfølgende aktiviteten. Disse begrepene har derfor en sterk kobling til redskapene som skal benyttes. I tillegg er disse begrepene helt sentrale i matematikkundervisningen som omhandler temaet geometri. Elevene er avhengige av å forstå hva begrepene innebærer for at de skal få innsikt i hvilken sammenheng de finner når de regner ut forholdet mellom omkrets og diameter. Kjennskap til disse begrepenes definisjoner er derfor avgjørende for elevenes matematiske forståelse. Læreren påpekte også viktigheten av begrepsforståelse i intervjuet som ble gjennomført etter undervisningstimen. Her kom det frem at læreren var veldig bevisst på å undersøke at begrepene var forstått før den praktiske aktiviteten ble satt i gang. Dette er med på å sikre at aktiviteten blir gjennomført på riktig måte, noe som også er av stor betydning for elevenes læringsutbytte.

Læreren benytter seg flere ganger av gjentakelse i denne sekvensen. Anderson et al. (2009) peker på dette som et viktig grep for å gi elevene mer tid til å forstå hvilken matematisk kunnskap det er snakk om. Blant annet gjentar læreren opplysningen om at diameteren er tvers over (linje K.3) etter at Ola har sagt dette. I tillegg blir det gitt en positiv evaluering av svaret for å vise at dette er riktig. Når læreren deretter spør hva omkrets er, beskriver Ola dette begrepet som "det som er rundt" (linje K.5). Også denne opplysningen blir gjentatt av læreren, etterfulgt av en ny positiv evaluering (linje K.6). Bruken av gjentakelse bidrar til å gjøre Olas ideer tilgjengelig for de andre elevene, noe som igjen gir en økt forståelse (Anderson et al., 2009).

I sekvensen starter læreren med å stille et spørsmål (linje K.1) og åpner for at noen av elevene kan komme med et svar. Dette er dermed det som initierer dialogen. Knut svarer deretter på spørsmålet (linje K.2) og gir dermed respons på lærerens initiering. Læreren gjentar Knuts svar og gir positiv tilbakemelding (linje K.3). Dette kan både fungere som en evaluering ved at Knut får vite at han har svart riktig, samtidig som den positive tilbakemeldingen kan oppmuntre til også å gi respons i andre lignende situasjoner. Læreren fortsetter med å gjenta Knuts svar en gang til, noe som gir en mer generell feedback. Deretter blir det stilt et nytt spørsmål som fungerer som en ny initiering (linje K.4). Også på dette spørsmålet får læreren respons ved at Ola kommer med et svar på spørsmålet (linje K.5). Læreren gjentar Olas svar og gir en ny positiv tilbakemelding (linje K.6), noe som viser at svaret er korrekt. Tilbakemeldingen fungerer i denne sammenheng som en evaluering (Cazden, 1988). Min vurdering er dermed at det er tydelige tegn på bruk av IRE/IRF-mønsteret i denne sekvensen.

Bruken av IRE/IRF-mønster passer her svært bra med lærerens utsagn i intervjuet som ble foretatt etter undervisningstimen. Hun påpekte at begrepsdefinisjoner ligger fast, slik at det ikke er mulig for elevene å avdekke reelle egenskaper ved begreper dersom de har ulik oppfattelse av hva begrepene egentlig innebærer. Dette brukte hun til å argumentere for at det derfor ikke var hensiktsmessig for elevene å komme frem til en begrepsdefinisjon ved å utforske ulike mulige tolkninger av et begrep. I stedet er hensikten å komme frem til et riktig svar på hva begrepet betyr. Dette skiller seg dermed fra Wæges (2007) beskrivelse av en undersøkende undervisning, der hun påpeker at denne undervisningsformen i stedet har som mål å utforske egenskaper og sammenhenger. I en slik undervisning ville det heller ikke vært et mål å komme frem til et bestemt svar. Derfor mener jeg at det her er en sammenheng

mellom undervisningen med fokus på begrepsforståelse og bruken av et tradisjonelt kommunikasjonsmønster som IRE/IRF-mønsteret.

I sekvensen under har læreren delt ut gjenstandene og elevene skal i gang med å utføre målinger og beregninger. Elevene møter i dette arbeidet på noen utfordringer i forbindelse med målingene de skal foreta. Jonas og Stig har fått utdelt en gløggflaske som de skal måle omkrets og diameter av. Deretter skal de regne ut forholdet mellom disse størrelsene. I dette arbeidet opplever de vanskeligheter med å få målt slik de ønsker. Bakgrunnen for dette er at flasken ikke er helt sylinderformet. I arbeidet med å få foretatt målingene utspant følgende samtalesekvens seg:

- K.7 Jonas: Det var ikke så lett å måle omkretsen til den her.
- K.8 Stig: Vi kan prøve å sette den opp (tar tak i den liggende flasken, reiser den opp og strekker målebåndet rundt flasken).
- K.9 Stig: 30.
- K.10 Jonas: Så skal vi sikkert måle diameteren også (legger ned flasken for å kunne måle diameteren av bunnen).
- K.11 Stig: Det blir ikke helt riktig da.
- K.12 Jonas: Hvorfor det?
- K.13 Stig: Fordi den blir smalere her (peker på nederste delen av flasken).
- K.14 Jonas: Her er den 9,5.
- K.15 Stig: Ok, vi skriver det.

I sekvensen uttrykker Jonas at han har vanskeligheter med å få målt omkretsen til flasken (linje K.7). Jeg tolker det slik at han har forstått sammenhengen mellom begrepet omkrets og redskapet han benytter, men flaskens liggende posisjon fører til at han strever med å få gjennomført en nøyaktig måling. Stig foreslår en måte å løse dette på ved å sette flasken opp i en stående posisjon (linje K.8), og han får på denne måten gjennomført en måling av omkretsen. Jonas foreslår at de skal gjennomføre målingen av diameteren også (linje K.10), og setter i gang med dette. Stig bryter inn (linje K.11) og påpeker at målingen ikke blir helt riktig slik Jonas er i ferd med å utføre den. Her stiller Jonas det undersøkende spørsmålet "Hvorfor det?" (linje K.12) som Skovsmose (2003) beskriver som et sentralt kjennetegn når elevene arbeider i et undersøkelseslandskap. Jeg tolker det slik at Jonas på sitt aktuelle utviklingsnivå som beskrevet av Vygotsky (1978) ikke er i stand til å se hvorfor det spiller

noen rolle hvor diameteren blir målt. I arbeidet med å utforske dette går han dermed inn i et undersøkende kommunikasjonsmønster når konkretene har blitt innført i undervisningen. Stig forklarer at flasken blir smalere nederst (linje K.13), og at det derfor ikke blir riktig å måle der. Jeg mener at Stig har avdekket noen egenskaper ved gløggflasken som blir brukt til målingene. Jeg tolker det slik at han har forstått at diameteren må måles på et sted på flasken som har samme omkrets som den de målte tidligere. Dette viser at Stig er i stand til å koble begrepene diameter og omkrets til redskapen som de benytter i målingene. I tillegg viser han kunnskap om hvordan målingene må gjennomføres for at forholdet mellom diameteren og omkretsen skal få en mest mulig nøyaktig verdi.

Jeg mener det kan sees på som en svakhet ved redskapen som blir benyttet at den ikke er helt sylinderformet. Dette gir elevene noen distraksjonselementer som gjør det vanskeligere å løse oppgaven slik den er tenkt. Denne svakheten ved gløggflasken som blir benyttet, får også konsekvenser for kommunikasjonen som foregår. Dette blir synlig ved at samtalen går over til å handle om hvordan de skal gjennomføre den praktiske målingen, i stedet for at det fokuseres på de matematiske begrepene. Jeg tolker det likevel slik at Stig bruker sin matematiske innsikt når han argumenterer for hvorfor det ikke blir riktig å måle diameteren i bunnen. Denne matematiske innsikten er av stor betydning for at elevene skal kunne foreta en måling som gir et resultat i nærheten av verdien som er forventet fra den matematiske teorien.

I intervjuet som ble gjennomført i etterkant av undervisningstimen trakk læreren frem at elevene samarbeidet godt i forbindelse med målingene og utregningene de gjennomførte. Dette ble sett i sammenheng med at det virket som elevene synes det var interessant å få gjennomføre målinger selv. Læreren trakk frem dette som en viktig del i hennes evaluering av undervisningstimen. Bakgrunnen for dette var at de praktiske aktivitetene ikke alltid ble like godt tatt imot av elevene. I tilfeller der de hadde arbeidet praktisk tidligere, hadde elevene noen ganger ytret ønske om å heller få arbeide med oppgaver. Læreren prøvde likevel å beholde noen av de praktiske aktivitetene med håp om at elevene skulle finne dette engasjerende og artig. Hun var derfor glad for at det virket som aktiviteten i denne timen hadde vært interessant for elevene.

Læreren påpekte også viktigheten av at elevene på bygg- og anleggsteknikk er godt kjent med å kunne utføre målinger, da dette er en oppgave de ofte møter i sitt praktiske arbeid. Dette innebærer både å kunne benytte ulike måleinstrumenter og å kunne regne om mellom ulike

måleenheter. I intervjuet i forkant av undervisningstimen uttrykte læreren en forhåpning om at elevene skulle gjøre gode nok målinger til at resultatet av utregningen ville være i nærheten av konstanten π . Læreren var også spent på om elevene kom til å forstå ut fra sine egne målinger at forholdet mellom omkretsen og diameteren hver gang skulle bli samme verdi. I sekvensen under forsøker læreren å få elevene til å legge merke til denne sammenhengen. Her har læreren på forhånd listet opp hver av gjenstandene på tavla med de tilhørende resultatene av elevenes målinger og utregninger. For å komme frem til det ønskede resultatet, at forholdet mellom omkrets og diameter er lik π , vil læreren få eleven til å reflektere rundt resultatene av den praktiske aktiviteten. I denne sammenheng utspiller følgende dialog seg:

K.16 Lærer: Ok, ser dere en tendens på svarene her? At alle er rundt 3 og noe.

K.17 Lærer: Hvis vi ser på de resultatene her. 3,1, 2,8, 3,16, 3,4, 3,38, 3,18 og Mikke Muskoppen på 3,5. Hvis vi tenker på det vi har lært om hvordan man regner med sirkler. Radius og omkrets og areal og sånne ting. Er det et tall som bruker å gå igjen?

K.18 Tor og Jørgen: 3.

K.19 Jonas: De er formlike.

K.20 Stig: Pi!

K.21 Lærer: Pi sa han Stig. Hva er det for noe da?

K.22 Håkon: 3,14.

K.23 Lærer 3,14.

I denne kommunikasjonssekvensen innleder læreren med å spørre om elevene kan finne en tendens i svarene (linje K.16). Dette er i utgangspunktet et åpent spørsmål, men læreren fortsetter med å forklare hva hun er ute etter ved å påpeke at tallene er rundt 3 og noe. I tillegg nevnes konkrete eksempler fra elevenes resultater for å understreke denne tendensen (linje K.17). Da læreren ikke får noen forslag til tendens fra elevene, ser vi at læreren endrer forklaringsmåte. Dette gjøres ved at læreren går bort fra elevenes resultater fra målingene og utregningene de nettopp har gjennomført. I stedet rettes oppmerksomheten mot det elevene tidligere har lært om sirkler. Dette innebærer kunnskap om formlene for å regne ut omkrets og areal av sirkler, som er henholdsvis $O = D * \pi$ og $A = \pi r^2$. Spesielt rettes oppmerksomheten her mot hvilket tall som går igjen i disse formlene, og læreren tenker da på tallet π . Siden læreren kjenner dette svaret, er det hun som styrer retningen på kommunikasjonen. Elevenes oppgave blir da å forsøke å forstå hva læreren tenker på og bruke dette til å svare riktig (Alrø og Skovsmose, 2002). Dette er et kjennetegn ved "gjett hva læreren tenker"-mønsteret som

etter min vurdering oppstår når læreren går bort fra elevenes målinger og utregninger.

Hensikten med å i stedet vise til tidligere kunnskap om beregning av omkrets og areal, blir i denne sammenhengen at elevene lettere skal komme frem til riktig svar. En ulempe med dette er likevel at spørsmålet ikke har en klar sammenheng til aktiviteten som dannet grunnlaget for samtalen. Det kan derfor være vanskelig for elevene å se koblingen til oppgaven når spørsmålet er løsrevet fra den opprinnelige situasjonen. Dette er et viktig kjennetegn ved topazeffekten (Brousseau, 1997) som etter min vurdering oppstår her. Jeg tolker det derfor slik at det er mulig å finne trekk fra begge disse tradisjonelle kommunikasjonsmønstrene i denne sekvensen.

Til tross for at læreren forsøker å hjelpe elevene ved å vise til tidligere kunnskap, kommer likevel ikke det riktige svaret umiddelbart. Tor og Jørgen foreslår først 3 (linje K.18). Min vurdering er at bakgrunnen for dette forslaget er lærerens utsagn om at tallene er rundt 3 og noe. Selv om svaret ikke er riktig, mener jeg at dette også passer inn i "gjett hva læreren tenker"-mønsteret, siden svaret er basert på et tidligere utsagn fra læreren. Jonas nevner i tillegg at de er formlike (linje K.19). Jeg tolker dette som at Jonas tenker på at samtlige av gjenstandene som ble benyttet til å måle omkrets og diameter var nær sylinderformede. Han har på denne måten gjort seg nytte av en egenskap ved redskapene som ble benyttet for å finne en mer generell sammenheng, noe som er en sentral del i undersøkende undervisning (Alrø og Skovsmose, 2002). Formlikhet er også nevnt i et av læreplanmålene i matematikk fellesfag for yrkesfaglige utdanningsprogram. Der står det under temaet geometri at elevene skal kunne "bruke og grunnlegge bruken av formlikhet, målestokk og Pytagoras' setning til beregninger og i praktisk arbeid" (Utdanningsdirektoratet, 2006). Utsagnet til Jonas er dermed faglig relevant, men læreren tar likevel ikke tak i dette utsagnet da det ikke er det forventede svaret på spørsmålet som blir stilt. Først når Stig kommer med det riktige svaret pi (linje K.20), gjentar læreren svaret for å bekrefte at det er korrekt (linje K.21). Her benytter altså læreren gjentakelse for å understreke et riktig svar. Dette fungerer som en tilbakemelding til Stig om at han har forstått hva læreren ville frem til, samtidig som gjentakelsen gir de andre elevene mer tid til å oppfatte innholdet i Stigs utsagn (Anderson et al., 2009).

I intervjuet i etterkant av undervisningstimen la læreren vekt på at hun hadde fått inntrykk av at elevene oppfattet undervisningstimen som artig. I denne sammenheng trakk hun frem viktigheten av at elevene fikk mulighet til å arbeide aktivt og praktisk, noe som var et viktig fokus for læreren i planleggingen av undervisningsopplegget som ble laget til denne timen.

Det praktiske arbeidet hadde også som mål å bidra til å bedre elevenes begrepsforståelse, da læreren mente at begrepene omkrets og diameter ble mer forståelige når elevene fikk måle disse på reelle gjenstander. Elevene samarbeidet også godt og evnet å fordele arbeidsoppgavene ved at noen gjennomførte målingene mens andre skrev ned resultatene. Dette gode samarbeidet førte også til at elevene fikk diskutert det faglige innholdet, noe læreren trakk frem som viktig for elevenes læringsutbytte.

4.2 Den lærebokbaserte undervisningen

Jeg gir her en presentasjon av den lærebokbaserte undervisningstimen som ble observert. Det blir først gitt en beskrivelse av forløpet i timen, og deretter foretas en analyse av kommunikasjonen som oppsto i undervisningen. I tillegg blir det gjennomført en analyse av lærerens refleksjoner rundt timen.

4.2.1 Beskrivelse av den lærebokbaserte undervisningen

I den andre undervisningstimen som ble observert, startet læreren med å gå gjennom temaet budsjett med klassen. Et av kompetansemålene i læreplanen sier at elevene skal kunne "vurdere forbruk og bruk av kredittkort og setje opp budsjett og rekneskap ved hjelp av rekneark" (Utdanningsdirektoratet, 2006). I undervisningstimen lot læreren først en av elevene svare på hva et budsjett er. Deretter forklarte læreren også begrepene regnskap og avvik, og viste hvordan elevene kunne regne ut avviket i kroner og i prosent. Elevene fikk deretter utdelt ett ark som læreren hadde laget til der elevene skulle regne ut og fylle ut opplysninger om budsjett, regnskap og avvik i kroner og i prosent.

Etter at elevene hadde fått mulighet til å arbeide med oppgavene på arket, ble noen av disse oppgavene gjennomgått i fellesskap av læreren. Her fikk elevene anledning til å komme med sine svar og forklaringer på hvordan de hadde kommet frem til svarene. Deretter ble også to oppgaver fra læreboka gjennomgått i fellesskap. Fokuset på arbeid med oppgaver i denne undervisningstimen, passer godt inn i oppgaveparadigmet som er beskrevet hos Alrø og Skovsmose (2002).

4.2.2 Analyse av den lærebokbaserte undervisningen

Under presenterer jeg tre samtalesekvenser fra den lærebokbaserte undervisningstimen. Disse er valgt ut slik at de skal dekke ulike deler av undervisningstimen og vise ulike former for kommunikasjon som oppstår. Den første av disse samtalesekvensene oppsto i starten av timen

da læreren ønsket å avklare begrepet budsjett med elevene. I intervjuet som ble gjennomført i forkant av undervisningstimen, pekte læreren på viktighet av at begrepsforståelsen var på plass hos elevene når de skulle arbeide med oppgaver relatert til temaet. Derfor ønsket hun å forsikre seg om at elevene var trygge på begrepet budsjett før de satte i gang med å arbeide med oppgavene på arket de fikk utdelt. Samtalesekvensen som ble observert, forløp på følgende måte:

K.24 Lærer: Budsjett, er det noen som vet hva budsjett er for noe?

K.25 Lærer: Hva tror du, Håkon?

K.26 Håkon: Hva budsjett er? Du legger opp en liste over hvor mye penger du kan bruke.

K.27 Lærer: Veldig bra, du legger opp en liste over hvor mye penger du kan bruke.

I denne sekvensen mener jeg at det er tydelige spor av IRE/IRF-mønsteret som er beskrevet av Cazden (1988). Det forekommer først en initiering ved at læreren stiller et spørsmål (linje K.24). Læreren nominerer en av elevene til å svare (linje K.25), og Håkon kommer med respons (linje K.26). Deretter evaluerer læreren svaret ved å gi en positiv tilbakemelding, samtidig som svaret blir gjentatt for å vise at det er korrekt (linje K.27). Her benytter altså læreren gjentakelse for å vise at svaret er riktig, samtidig som dette gir de andre elevene mer tid til å oppfatte innholdet i Håkons utsagn (Anderson et al., 2009). Det er verdt å legge merke til at læreren gjentar svaret ved å bruke de samme ordene som Håkon benyttet. Dette medfører at den faglige definisjonen ikke blir synlig for elevene. Når læreren likevel ikke benytter denne, tolker jeg det slik at Håkons utsagn blir sett på som presist nok til at elevene forstår innholdet i begrepet. Denne forståelsen er av stor betydning når elevene skal arbeide med oppgaver som er knyttet til budsjett. Dersom læreren i stedet hadde omformulert Håkons utsagn, kunne dette bidratt til å få klarhet i hvilken matematisk kunnskap eleven har forklart og hva som eventuelt bør utdypes nærmere (Anderson et al., 2009).

Også i denne sekvensen ser vi at læreren er opptatt av å avklare begreper, i dette tilfellet begrepet budsjett. Hun uttrykte også i det etterfølgende intervjuet at det er avgjørende for elevene at denne begrepsforståelsen er på plass når det senere skal arbeides med oppgaver knyttet til temaet. I intervjuet som ble gjennomført etter at jeg var i gang med å analysere datamaterialet, ble bruken av IRE/IRF-mønsteret tatt opp. Læreren pekte da på dette kommunikasjonsmønsteret som en effektiv form for dialog når det gjelder å avdekke elevens

begrepskunnskap. Det kom likevel frem at avgjørelsen om å benytte denne kommunikasjonsformen var noe læreren reflekterte lite over i forkant av undervisningstimen. Dette stemmer godt overens med Bauersfeld (1988) som peker på at lærere ofte ikke er klar over hvilke kommunikasjonsmønstre de benytter. Jeg mener likevel at kunnskap om kommunikasjonsmønstrene som oppstår i klasserommet er en viktig del av undervisningen. Her finner jeg støtte hos Alrø og Skovsmose (2002) som peker på at ulike kommunikasjonsmønstre både kan hemme og fremme læring. I planleggingen av undervisningen hadde læreren i større grad fokus på å komme frem til hvordan undervisningsopplegget skulle organiseres. I forbindelse med kommunikasjonen, la læreren i stedet vekt på å kunne være dynamisk og fleksibel i undervisningen. Videre kom det frem at beslutningene som ble tatt om valg av kommunikasjonsform i denne sammenheng bygger på lærerens erfaringer om hva som fungerer bra og hva som fungerer mindre bra.

I sekvensen som blir presentert under er elevene i gang med å arbeide med oppgavene på arket som ble delt ut læreren. På en av oppgavene har elevene fått informasjon om et budsjett og det tilhørende regnskapet. Der står det at en forventet inntekt på en butikkjobb er 3500 kroner, mens den reelle inntekten ble 4025 kroner. Elevenes oppgave er å regne ut avviket i kroner og i prosent. I arbeidet med dette er noen av elevene litt usikre på hvordan de skal gå frem. Læreren kommer bort til dem for å hjelpe til, og i denne sammenhengen utspiller følgende dialog seg:

- K.28 Lærer: Begge dere samtidig, se her. Vi skal finne avviket først nå. Hun regnet med å tjene 3500 på butikkjobben, men så fikk hun noen timer ekstra jobbing, så hun tjente 4025 kroner.
- K.29 Tor: Så avviket er det der da (peker på arket sitt)?
- K.30 Lærer: Ja, for da tok du den, det hun faktisk tjente, minus det hun regnet med å få.
- K.31 Tor: Mhm.
- K.32 Lærer: Da blir det 4025 minus 3500.
- K.33 Jonas: Blir det 525?
- K.34 Lærer: Veldig bra. Da skriver du det.
- K.35 Tor: Ja, og så skal vi regne ut prosenten.
- K.36 Lærer: Så skal vi regne ut prosenten. Og hvordan finner vi avviket i prosent? Vi tar forskjellen delt på den (peker på tallet 3500 på arket).
- K.37 Tor: 525 delt på den (trykker inn på kalkulatoren).

- K.38 Lærer: Mhm, da får du?
- K.39 Tor: 0,15.
- K.40 Lærer: 0,15, hvor mange prosent er det da?
- K.41 Tor: 15.
- K.42 Lærer: Veldig bra. Så avviket er 15 %.

Min vurdering er at flere av elementene som inngår i IC-modellen er til stede i denne samtalesekvensen. Læreren starter med å *komme i kontakt* (linje K.28) ved å få elevenes oppmerksomhet og ved å gjenta opplysningene fra oppgaveteksten. Gjentakelsen bidrar her til å gi elevene en ny mulighet til å oppfatte det matematiske innholdet i oppgaven (Anderson et al., 2009). Deretter *lokaliseres* det hva Tor har tenkt (linje K.29) ved at han viser utregningen som han har skrevet ned på arket. Jonas *tenker høyt* (linje K.33) når han har foretatt utregningen for å forsikre seg om at han har fått riktig svar. Med veiledning fra læreren *identifiserer* Tor hvordan han skal regne ut avviket i prosent (linje K.36 til K.41). Til slutt *evaluerer* læreren svaret som Tor har kommet frem til (linje K.42).

I dialogen finner jeg altså elementene: Komme i kontakt, lokalisering, høyttenkning, identifisering og evaluering. Dette viser at dialogen ikke er en fullt utviklet IC-modell. I et slikt tilfelle beskriver Alrø og Skovsmose (2002) dialogen som en mini-IC-modell. Av elementene som inngår i denne samtalesekvensen, mener jeg at identifiseringsfasen er den mest sentrale. I denne fasen samarbeider Tor og læreren om å finne en fremgangsmåte som kan hjelpe Tor til å løse oppgaven. Læreren må gi en del hjelp for at Tor skal finne ut hvordan han kan regne ut avviket i prosent. Jeg tolker dette som at Tor på sitt aktuelle utviklingsnivå som beskrevet av Vygotsky (1978) ikke er i stand til å knytte begrepet prosentavvik til opplysningene som er gitt i oppgaveteksten. Hjelpen som blir gitt fra læreren innebærer noen ganger at hun sier direkte hvilken utregning Tor må benytte (linje K.36). Andre ganger stiller læreren spørsmål som gir Tor et hint om hvilken opplysning han skal finne (linje K.40). Min vurdering av dette er at læreren foretar en vurdering av hvilke spørsmål eleven er i stand til å besvare selv og hvilke deler av oppgaven eleven trenger mer veiledning på.

I intervjuet som ble gjennomført etter undervisningstimen, fortalte læreren at temaet prosentvis avvik også hadde vært jobbet med flere ganger tidligere. Hun hadde likevel erfart at dette var et tema som flere av elevene fremdeles slet med. Dette førte til at temaet

prosentvis avvik innimellom ble tatt opp på nytt i undervisningen, men samtidig uttrykte hun at det kunne ha vært mer nyttig å heller bruke tid på andre temaer. Hun utdypet dette ved å si at det kunne ha vært mer hensiktsmessig å bruke tid på temaer som hun følte at elevene kunne mestre. Dette ble også begrunnet med at disse temaene dekket like mye av pensum til eksamen som de temaene som elevene slet med. Ved å bruke mer tid på temaene som elevene kunne mestre, vurderte hun det derfor slik at dette kunne bidra til å gi elevene bedre faglige resultater.

Etter at elevene var ferdige med å arbeide med oppgavene på arket, ble noen av oppgavene oppsummert i fellesskap. Dette ble gjort ved at læreren presenterte noen av oppgavene på nytt og forsøkte å få elevene til å forklare fremgangsmåten de hadde benyttet. Dette ble blant annet gjort med oppgaven som elevene arbeidet med i forrige samtalesekvens. I forbindelse med denne gjennomgangen, prøver læreren å også inkludere andre elever ved å få de til å forklare hva de har gjort for å komme frem til riktig svar. Samtalen som oppsto, forløp på følgende måte:

- K.43 Lærer: På inntektene står det butikkjobb på 3500 kroner. Det betyr at det var det hun regnet med å tjene. Men hvor mye tjente hun egentlig da?
- K.44 Ola: 4025 kroner.
- K.45 Lærer: Veldig bra! Så hun fikk 4025 i stedet.
- K.46 Lærer: Og så neste spørsmålet: Hva er avviket da, Knut?
- K.47 Knut: 525 kroner.
- K.48 Lærer: Hvordan kom du frem til det avviket der?
- K.49 Knut: Plussa på.
- K.50 Lærer: Forklar.
- K.51 Jørgen: Minus.
- K.52 Knut: Nei, minus.
- K.53 Lærer: Du har minusa. Ok, du sa minus (ser på Jørgen). Hvordan gjør man det da?
- K.54 Jørgen: Nei, jeg vet ikke jeg. Tar regnskap minus budsjett.
- K.55 Lærer: Regnskap minus budsjett.

I denne samtalesekvensen innleder læreren med å gjenta en av opplysningene fra oppgaveteksten. Hun foretar deretter en initiering ved å spørre elevene om den neste

opplysningen (linje K.43) som er nødvendig for å løse oppgaven. Ola kommer med respons (linje K.44) og læreren gir en evaluering (linje K.45) for å vise at svaret er riktig. I tillegg gjentar hun svaret fra Ola, noe som fungerer som en ytterligere feedback. Gjentakelsen er også med på å gi de andre elevene mer tid til å oppfatte innholdet i Olas utsagn (Anderson et al., 2009). I tillegg til gjentakelse inneholder altså sekvensen både elementene initiering, respons, evaluering og feedback. Min vurdering er derfor at kommunikasjonen i denne samtalesekvensen passer svært godt inn i IRE/IRF-mønsteret som er beskrevet av Cazden (1988).

Videre i dialogen stiller læreren et nytt spørsmål (linje K.46) og Knut kommer med riktig svar (linje K.47). I stedet for at læreren følger opp med en evaluering av svaret, tar dialogen her en litt annen retning. Læreren ber Knut forklare hvordan han kom frem til svaret, noe som innebærer at han blir nødt til å utdype og omformulere utsagnet sitt. Anderson et al. (2009) trekker frem at dette er viktig med tanke på å gi de andre elevene mer tid til å forstå hvilken matematisk kunnskap eleven forsøker å få frem. Knut sliter derimot litt med å få frem hvordan han har tenkt og Jørgen kommer i stedet med et forslag til forklaringsmåte (linje K.49 til linje K.51). Læreren retter da oppmerksomheten mot Jørgen (linje K.52) og ber han utdype nærmere. Jeg vurderer dette slik at læreren har oppfattet at Jørgen har tenkt riktig, og vil derfor at han skal dele dette med klassen. I tillegg påpekte læreren i det etterfølgende intervjuet at hun var opptatt av å ikke presse elever til å svare dersom de var usikre eller ikke ønsket å ta ordet i klassen. På denne måten ønsket hun å bidra til at elevene skulle føle tilhørighet i klasserommet og sørge for at klassen hadde et respektfullt miljø. Ved å flytte oppmerksomheten underveis i dialogen, bidrar læreren også til å inkludere flere av elevene. Jørgen er litt usikker når han skal svare, men han kommer med et forslag om å ta "regnskap minus budsjett" (linje K.54). Dette forslaget blir deretter gjentatt av læreren (linje K.55) som en bekreftelse på at svaret er korrekt. Gjentakelsen fungerer dermed som en evaluering.

I intervjuet som ble foretatt etter undervisningstimen om budsjett sa læreren at hun vanligvis benyttet en undervisning der gjennomgang på tavla ble brukt som en introduksjon til et tema. Hun hadde også fått tilbakemeldinger fra elevene på at dette var en undervisningsform de likte. Læreren mente at dette hadde sammenheng med at elevene ønsket å få konkrete forklaringer på fremgangsmåter og faglige begreper som ble opplevd som utfordrende. I gjennomgangen inkluderte læreren også eksempler, slik at elevene ble kjent med mulige løsningsmetoder for ulike typer oppgaver. Læreren benyttet bevisst eksempler som er knyttet

til elevenes studieretning og interesser. Hun pekte på at undervisning i praktisk matematikk skal være rettet mot elevenes dagligliv, og at hun derfor prøvde å knytte det matematiske fagstoffet til situasjoner som elevene er kjent med fra deres hverdag. På denne måten får elevene også en større forståelse av at matematikken kommer til nytte for dem, og læreren mente at dette kunne være med på å gjøre undervisningen mer motiverende.

Etter at læreren hadde gjennomgått eksempler fikk elevene arbeide med oppgaver som var relatert til lærestoffet som var gjennomgått, før læreren avslutningsvis gikk gjennom noe av det elevene hadde kommet frem til. Læreren påpekte at flere av elevene ga uttrykk for at de foretrakk en undervisningsform der de fikk mulighet til å arbeide med oppgaver. Dette ga elevene mulighet til å få gjentatte repetisjoner av løsningsmetoder. På denne måten kunne de oppnå en større grad av automatisering i møte med lignende oppgaver senere. Læreren mente også selv at mengdetrening var en viktig del av elevenes læring. Oppgaveløsningen ble ofte gjort ved at elevene arbeidet sammen i mindre grupper. Læreren påpekte at denne måten å arbeide på hadde både fordeler og ulemper. Arbeidet i grupper ga elevene mulighet til å diskutere det matematiske innholdet i oppgavene, noe læreren trakk frem som viktig for elevenes forståelse. På denne måten kunne arbeidsformen bidra til at elevene hjalp hverandre, men læreren påpekte at den også kunne føre til at noen av elevene ble unødig forstyrret. Et viktig poeng her er at læreren lot det være opp til elevene selv om de ville jobbe individuelt eller i grupper, slik at elevene kunne velge det de mente var best for dem selv.

I arbeidet med oppgaver mener jeg det er en svakhet ved læreboka som redskap at informasjonen er abstrakt. Säljö (2003) peker i denne sammenheng på språket som en viktig medierende redskap. Språket gjør det mulig å mediere omverdenen og gjøre den meningsfull der vi ellers bare har abstrakte ideer å forholde oss til. Den abstrakte naturen til oppgavene i læreboka gjør det også vanskeligere for elevene å knytte faginnholdet til noe de kjenner til fra hverdagen. Dette var noe læreren også trakk frem som viktig å være bevisst på ved at den praktiske relevansen er sentral i matematikkundervisningen ved bygg- og anleggsteknikk. Derfor prøvde hun i så stor grad som mulig å knytte oppgavene i læreboka til situasjoner som elevene kjente til fra dagliglivet.

4.3 Undervisningen med bruk av studentresponssystem

Her vil jeg ta for meg undervisningstimen med bruk av studentresponssystem. Det blir først gitt en beskrivelse av forløpet i timen, og deretter en analyse av kommunikasjonen som

oppsto ved bruk av studentresponssystemet i undervisningen. I tillegg blir det gjennomført en analyse av lærerens refleksjoner rundt timen.

4.3.1 Beskrivelse av undervisningen med bruk av studentresponssystem

I undervisningssekvensen der læreren benyttet seg av studentresponssystem, ble dette innledet ved at læreren fortalte elevene om aktiviteten de skulle gjennomføre. Denne aktiviteten innebar at læreren satte i gang en quiz med 10 ulike oppgaver der det overordnede temaet for oppgavene var økonomi. Hver av oppgavene hadde fire svaralternativer. Det ble gitt poeng avhengig av om elevene svarte riktig og basert på hvor raskt de svarte. Elevene hadde maksimalt to minutter på seg til å svare på hvert av spørsmålene. Dette var en ferdiglaget quiz, noe som innebar at læreren selv ikke hadde innvirkning på oppgaveformuleringene. De 5 første oppgavene var laget slik at elevene skulle plukke ut opplysninger om inntekter og utgifter fra en økonomirelatert tekst. På de 5 siste oppgavene måtte elevene også foreta mindre beregninger for å komme frem til riktig svar.

Resultatene fra studentresponssystemet viste at eleven med flest riktige svar hadde svart korrekt på 5 av 10 spørsmål. Under det etterfølgende intervjuet ble læreren spurt om hvilke tanker hun gjorde seg rundt elevenes resultater. Det kom da frem at læreren mente at quizen som benyttet ikke var optimal. Dette ble begrunnet med at spørsmålene inneholdt mye tekst og flere opplysninger som ikke var relevante for å kunne gi et korrekt svar. Slike spørsmålsformuleringer ble beskrevet som noe elevene sjelden møtte på ellers. Oppgaver som inneholdt mye tekst ble også beskrevet som spesielt utfordrende for fremmedspråklige elever. Siden elevene hadde avgrenset med tid til å svare på spørsmålene, ble den store informasjonsmengden også sett på som et ekstra stressелеment. Vanligvis ble det i stedet gitt kortere spørsmål der det bare var inkludert de opplysningene som var nødvendige for å svare på oppgaven. Læreren mente at det derfor ville vært bedre om hun selv hadde laget quizen, slik at hun kunne stille spørsmålene på en måte som var mer kjent for elevene.

4.3.2 Analyse av undervisningen med bruk av studentresponssystem

I undervisningssekvensen der det ble benyttet studentresponssystem, ble det observert en litt annen form for kommunikasjon enn i de to foregående undervisningssekvensene. Dette medfører at jeg velger å analysere denne sekvensen på en litt annen måte. På grunn av undervisningsmetodens egenart, er det ikke like naturlig å gjengi konkrete samtalesekvenser mellom lærer og elever fra denne undervisningstimen. Jeg gir i stedet en gjengivelse av noen

av oppgavene som ble gitt, og analyserer kommunikasjonen som foregikk i forbindelse med arbeidet med disse oppgavene. Bakgrunnen for dette er at det forekommer mye skjult kommunikasjon i denne sekvensen. Dette innebærer at mye av kommunikasjonen foregår gjennom studentresponssystemet i stedet for mellom elever eller mellom lærer og elever. Samtidig benytter elevene i større grad kroppsspråk i denne undervisningssekvensen enn det som var synlig i de to foregående timene. Jeg gjengir derimot noen monologer fra læreren for å vise hvordan hun forsøker å hjelpe elevene til å komme frem til riktig svar. I denne sammenheng vil lærerens trykklegging og tonefall være viktig. Elevenes handlinger blir også gjengitt, men det er altså bare læreren som er sitert direkte.

I undervisningssekvensen der det ble benyttet studentresponssystem, mener jeg at det er mulig å finne tegn på bruk av IRE/IRF-mønsteret. Det foregår først en initiering ved at elevene får spørsmålet opp på skjermen foran dem. Tittelen på spørsmålet beskriver hvilket beløp elevene skal klassifisere som inntekt eller utgift. Et eksempel på ett av spørsmålene som blir gitt er gjengitt under. Her blir det altså spurt om hvordan elevene vil klassifisere beløpet 5900 kr:

Spørsmål 1: 5900 kr

Julie arbeider i en butikk. Hun tjener brutto 22 000 kr i måneden. Hun har et skattetrekk på 34 %. Ellers regner hun med å ha: Hybel til 5900 kr. pr. måned, lån på fjernsyn og stereoanlegg 1800 kr., mobiltelefon 340 kr., reiseutgifter 550 kr., 4 kafébesøk á 200 kr., mat og drikke 3200 kr., klær og sko 1800 kr., helse og hygiene 300 kr., husholdningsutgifter 400 kr., fritidsaktiviteter 360 kr., kino og teater 450 kr. og 1500 kr. til diverse.

Alternativ 1: Verdien kan føres rett inn som utgift.

Alternativ 2: Verdien kan føres rett inn som inntekt.

Alternativ 3: Dette er en utgift, men her må det regnes mer før den føres.

Alternativ 4: Dette er en inntekt, men her må det regnes mer før den føres.

Dette spørsmålet blir gjentatt av læreren, samtidig som sentrale ord i oppgaveteksten blir gjentatt og lagt ekstra trykk på. Også alternativene på hvert av spørsmålene ble lest opp av læreren. Min vurdering er at dette kan innebære en risiko ved at læreren kan hinte om hvilket svar som er riktig dersom det ubevisst blir lagt ekstra trykk på et av alternativene. I denne sammenheng har studentresponssystem som redskap et fortrinn ved at alle alternativene blir

presentert nøytralt og likeverdig. Jeg tolker det likevel slik at det ikke var mulig for elevene å forstå hva som var riktig svar ved å basere seg på lærerens tonefall ved uttalen av de ulike alternativene. Dette kommer av at læreren leste opp alle svaralternativene uten å legge ekstra trykk på alternativet som var riktig svar. Elevene har på denne måten ikke mulighet til å svare ut i fra hva de tror læreren mener, noe som bidrar til at læreren unngår å havne i "gjett hva læreren tenker"-mønsteret (Alrø og Skovsmose, 2002). Etter at spørsmålet og svaralternativene ble lest opp av læreren, kom hun også med noen utfyllende kommentarer og spørsmål for å hjelpe elevene til å komme frem til riktig svar. Disse er gjengitt i sekvensen under:

K.55 Lærer: Hva tror dere det er her? Hva menes med hybel til 5900 kroner per måned? Er det inntekt eller utgift først og fremst? Se på budsjettopplysningene. Skjønner dere hva det blir spurt om? Hva er 5900 kroner i budsjettet?

På dette spørsmålet innebærer lærerens veiledning at hun gjentar opplysningen om hybel til 5900 kroner per måned og legger ekstra vekt på uttalen av beløpet 5900 kroner. Læreren hjelper også til ved å stille spørsmål som skal bidra til å gjøre oppgavene enklere å forstå. Dette er spørsmål som "Hva menes med hybel til 5900 kroner per måned? Er det inntekt eller utgift først og fremst?". Læreren gir på denne måten ekstra veiledning ved å gjenta og presisere utdraget fra teksten som er relevant for å svare på spørsmålet. Dette gir elevene en ny mulighet til å oppfatte det matematiske innholdet (Anderson et al., 2009). I tillegg blir deler av alternativene gjentatt for at elevene lettere skal oppfatte forskjellen mellom de ulike alternativene.

Elevene gir respons ved å bruke sine elektroniske enheter til å trykke på det alternativet de mener er riktig. I forkant av responsen er det enkelte ganger små diskusjoner mellom noen av elevene om hva som er riktig svar. Når alle elevene har svart, blir det vist en oversikt på skjermen som viser hvor mange av elevene som har svart på hvert av alternativene. I tillegg blir det markert hvilket av alternativene som er riktig. Dette mener jeg er en klar svakhet med måten studentresponsystemet blir brukt som redskap i denne undervisningstimen.

Bakgrunnen for dette er at det riktige svaret blir avslørt umiddelbart, noe som ikke gir elevene anledning til å reflektere rundt svarene de har gitt. En slik refleksjon kunne dannet grunnlag for en diskusjon rundt hva elevene har tenkt, noe som kunne føre til at de hadde svart på en annen måte dersom spørsmålet hadde blitt stilt på nytt. Når det riktige svaralternativet blir

markert, får elevene i stedet en evaluering av svaret de har gitt gjennom studentresponssystemet, der denne evalueringen forteller om elevene har svart riktig eller galt. Elevene foretar også en form for selvevaluering, ved at de får umiddelbar tilbakemelding fra studentresponssystemet. Denne tilbakemeldingen bruker elevene til å sjekke om sitt svar er riktig, og sammenligner dette med alternativet som blir markert som riktig svar. Noen av elevene gir også uttrykk for at de har svart riktig ved å ytre dette i klassen. Dette skjer i form av små jubelrop og kommentarer om at de har svart korrekt. Elevene som svarte feil, kunne i noen tilfeller vise dette ved hjelp av et kroppsspråk som viste at de var skuffet, eller ved å ytre kommentarer som viste misnøye med spørsmålet som ble stilt. Læreren evaluerte svarene ved å kommentere hvor mange som hadde svart riktig. I tillegg ble det gitt en nærmere forklaring av bakgrunnen for at det riktige alternativet var korrekt, spesielt i de tilfellene der det var få elever som hadde riktig svar. Dette er med på å gi elevene en ytterligere feedback. På bakgrunn av dette er min vurdering at kommunikasjonen i denne sekvensen passer svært godt inn i IRE/IRF-mønsteret som er beskrevet av Cazden (1988).

Oppgaven fra studentresponssystemet som er gjengitt under, er av en annen type enn spørsmål 1. Her får elevene opplysninger om budsjetterte og reelle inntekter og utgifter. Elevene blir spurt om å finne inntektsavviket, noe som innebærer at det også her er gitt overflødige opplysninger. Dette dreier seg om informasjonen som er gitt om utgiftene i oppgaveteksten. Spørsmålet som ble stilt var som følger:

Spørsmål 6

En måned regnet Anette med å få 4000 kr i inntekter og 3000 kr i utgifter. De virkelige inntektene og utgiftene ble 4250 kr og 3500 kr. Hva ble inntektsavviket?

Alternativ 1: 250 kr

Alternativ 2: 500 kr

Alternativ 3: 1000 kr

Alternativ 4: 1250 kr

I denne sekvensen blir det altså stilt en litt annen form for spørsmål. I stedet for å plukke ut en opplysning fra en tekst og klassifisere denne som inntekt eller utgift, skal elevene i denne oppgaven benytte opplysningene som er gitt til å regne ut et inntektsavvik. Det er også her tatt

med noen opplysninger som ikke er relevante for å løse oppgaven. Dette gjelder opplysningene om utgifter som det i stedet ble stilt spørsmål om i en senere oppgave. Oppgaveteksten er dermed den samme på flere spørsmål av denne typen også, men spørsmålene som blir stilt til teksten varierer. Jeg tolker det slik at spørsmålsstillingen fungerer som en dobbel initiering. Den første initieringen foregår når spørsmålet kommer opp på skjermen foran elevene. Deretter blir spørsmålet gjentatt av læreren. Det er altså mulig å skille mellom en skriftlig og en muntlig initiering. Det faktum at det ble stilt en annen type spørsmål her, fører til at læreren også presiserer dette for å hjelpe elevene med å forstå oppgaven. Dette blir igjen gjort ved at læreren leser spørsmålet og svaralternativene høyt, og legger ekstra trykk på opplysningene som er nødvendige for å løse oppgaven. Opplysningene blir også gjentatt for at elevene lettere skal få med seg hvilken informasjon som skal benyttes (Anderson et al., 2009), uten at læreren sier dette eksplisitt. Jeg mener at læreren også her unngår å gi hint om hva som er riktig svar ved at det ikke blir lagt ekstra trykk på noen av svaralternativene. Dette er et viktig poeng ved bruk av studentresponsystem, ved at det er elevenes kunnskap som skal avgjøre hvilket svaralternativ de velger. Spørsmålene og alternativene bør derfor presenteres så nøytralt som mulig, enten de bare blir presentert skriftlig eller blir lest opp av læreren. I denne undervisningssekvensen har læreren valgt å legge på en muntlig komponent. Min vurdering av dette er at studentresponsystemet som redskap stimulerer til monolog fra læreren. Bakgrunnen for dette er at redskapen bare tilbyr en skriftlig presentasjon av oppgaven, mens elevene kommuniserer ved hjelp av sine elektroniske enheter. Dermed er det bare læreren som kommuniserer muntlig når spørsmålene og svaralternativene blir presentert. Ved å ikke gi noen hint om hva som er riktig svar, unngår læreren å si noe som kan føre til at kommunikasjonen havner i "gjett hva læreren tenker"-mønsteret (Alrø og Skovsmose, 2002). Læreren kommer også med noen utfyllende spørsmål for å hjelpe elevene med å svare riktig, og hun gir en utdypende forklaring på hvordan elevene kunne ha kommet frem til riktig svar. Dette er gjengitt i sekvensen under:

K.56 Lærer: Hva er inntektsavviket? Husker dere hva *inntektsavvik* er? Hva menes med avvik da? Hva kan det være tror dere? (Elevene svarer og det riktige svaret blir markert på skjermen)

K.57 Lærer: 250 kroner. Var det bare 1 som fikk rett på det? Inntektsavviket er altså forskjellen mellom det du faktisk fikk og det du regner med å få i inntekt. Så hun fikk mer her.

Læreren stiller spørsmål og legger ekstra trykk på begrepet inntektsavvik (linje K.56). Min vurdering er at dette er med på å rette elevenes oppmerksomhet mot betydningen av dette begrepet. Bakgrunnen for at læreren har et spesielt fokus på begrepet inntektsavvik, er i denne sammenheng at forståelsen av begrepet er avgjørende for at elevene skal kunne svare riktig på spørsmålet. Responsen fra elevene kommer her fra svarene de avgir ved hjelp av sine elektroniske enheter. I tillegg gir elevene respons når de muntlig gir uttrykk for hvilket av alternativene de tror er riktig svar. Deretter foregår det en lærerevaluering av hele klassen basert på hvor mange som har svart riktig. I tillegg blir det gitt en utdypende forklaring av begrepet inntektsavvik, noe som er med på å fortelle elevene hvordan de kunne ha kommet frem til riktig svar (linje K.57). Dette fungerer som en feedback til elevene (Cazden, 1988). Elevene får også mulighet til å gjennomføre en selvevaluering ved å sammenligne sitt svar med fasiten som kommer opp på skjermen. Min vurdering er altså at denne oppgaven fører til en kommunikasjon der elevene først får en initiering fra studentresponsystemet, og deretter en ny initiering fra læreren når spørsmålet blir gjentatt. Deretter gir elevene respons via sine elektroniske enheter, før læreren og elevene kan evaluere svarene som blir gitt. Jeg tolker derfor denne sekvensen som en variant av IRE/IRF-mønsteret der elementene initiering, respons og evaluering inntreffer flere ganger og på ulike måter.

Spørsmålet som blir gjengitt under, er igjen av en annen type enn de to foregående spørsmålene som er presentert. Også her blir det gitt opplysninger om budsjetterte og reelle inntekter og utgifter, men i tillegg er det gitt en opplysning om et kontantbeløp for en person i starten av mai måned. Elevene får i oppgave å finne ut hvor mye kontanter personen hadde i begynnelsen av juni. Oppgaveteksten var som følger:

Spørsmål 10

I mai regnet Sumeyye med å få 4000 kr i inntekter og 3000 kr i utgifter. I begynnelsen av mai hadde Sumeyye 1000 kr i kontanter. Regnskapet for mai viste at Sumeyye hadde hatt 4000 kr i inntekter og 3500 kr i utgifter. Hvor mye kontanter hadde Sumeyye i begynnelsen av juni?

Alternativ 1: 0 kr

Alternativ 2: 500 kr

Alternativ 3: 1000 kr

Alternativ 4: 1500 kr

Informasjonen i det tiende spørsmålet som blir gitt, er også av en litt annen type enn i de foregående spørsmålene som har blitt vist. I dette spørsmålet er det gitt opplysninger om inntekter og utgifter i Sumeyyes budsjett og regnskap, i tillegg til beløpet hun hadde i kontanter ved inngangen til mai. Det er altså gitt en opplysning mer enn i spørsmål 6, noe som medfører at spørsmålet også blir stilt på en annen måte. Elevene blir bedt om å finne ut hvor mye Sumeyye hadde i kontanter i begynnelsen av juni, noe som også innebærer at kravet til fremgangsmåte for å løse oppgaven endres. Denne endringen i oppgavetype får også konsekvenser for kommunikasjonen som foregår. Et eksempel på dette blir presentert i sekvensen under:

K.58 Lærer: Hvor mye kontanter hadde Sumeyye i begynnelsen av juni? I begynnelsen av *juni*. (Elevene svarer og det riktige svaret blir markert på skjermen)

K.59 Lærer: 1 som hadde riktig på det her? Hun hadde jo 1000 kroner fra måneden før, så fikk hun 500 til.

Det at spørsmålsstillingen er annerledes enn i de foregående spørsmålene, medfører at læreren igjen presiserer ekstra nøye hva det blir spurt om. Dette gjøres ved at spørsmålet blir gjentatt, samtidig som det også blir lagt ekstra trykk på de sentrale opplysningene i oppgaven. Læreren foretar dermed en initierting som kommer i tillegg til initiertingen fra studentresponsystemet. I denne sekvensen legger læreren spesielt vekt på at det er kontantbeløpet i måneden juni som er av interesse (linje K.58). På denne måten legges det opp til at elevene enklere skal kunne gi respons på spørsmålet. Denne responsen blir i utgangspunktet gitt individuelt, ved at hver elev bestemmer seg for hvilket svaralternativ de mener er riktig. Samtidig er det noe kommunikasjon mellom elevene dersom de er usikre, eller dersom de ønsker å vise at de vet hva som er riktig svar. Jeg tolker det likevel slik at det er svært lite samarbeid mellom elevene for å komme frem til riktig svar. Noe av grunnen til dette kan være at elevene får individuelle poeng avhengig av om de svarer riktig og basert på hvor lang tid de bruker. Dette fører til en rangering av elevenes prestasjoner på spørsmålene de blir stilt, noe som kan være med på å gjøre undervisningen mer konkurransepreget. Denne konkurransen vil da kunne stå i veien for elevenes samarbeid. Samtidig fungerer dette som en form for evaluering ved at elevene kan se hvordan de ligger an i forhold til resten av klassen. I tillegg foretar læreren en evaluering ved å bemerke antallet elever med riktig svar (linje K.59). Læreren får på denne måten et inntrykk av klassens prestasjoner som helhet, men har mindre anledning til å evaluere enkeltelevers måloppnåelse. I tillegg til evalueringen, blir det også gitt en utdypende forklaring på hvordan

elevene kunne ha tenkt for å komme frem til riktig svar. Dette fungerer som en feedback til elevene. Jeg tolker det derfor slik at denne sekvensen passer svært godt inn i IRE/IRF-mønsteret slik det er beskrevet av Cazden (1988).

Læreren påpekte at hun benyttet en av de ferdiglagede quizzen. En utfordring med dette var at det ikke alltid var like lett å finne en quiz med gode nok oppgaver. Derfor mente hun at det vanligvis ville være bedre å lage quizene selv, slik at spørsmålene som ble stilt var direkte knyttet til lærestoffet de nettopp hadde arbeidet med. Dette ville også ha vært med på å gjøre bruken av studentresponssystemet mer faglig relevant, noe som bidrar til å fremme elevenes læring. Spesielt begrepsdefinisjoner trakk hun frem som relevante å spørre om ved bruk av studentresponssystem. Læreren pekte også på bruk av studentresponssystem som en nyttig metode i tilfeller der det blir tid til overs i undervisningstimen. Hun hadde også inntrykk av at elevene opplevde undervisningen med bruk av studentresponssystem som artig. Derfor ble denne redskapen noen ganger benyttet som en belønning til elevene i siste del av en undervisningstime.

5. Diskusjon

I dette kapittelet diskuterer jeg resultatene i studien. Jeg presenterer først de viktigste funnene som ble gjort i analysearbeidet. Dette gjør jeg ved å ta for meg resultatene fra hver av de tre undervisningstimene som ble observert. Her vil jeg fokusere på sammenhenger mellom redskapene som ble benyttet og kommunikasjonen som oppsto i klasserommet. I tillegg vil jeg knytte dette opp mot lærerens tanker om undervisningen. Resultatene blir også diskutert i lys av tidligere forskning. Videre vurderer jeg studiens validitet og reliabilitet. I siste del av kapittelet tar jeg for meg noen aspekter ved studien som kan være interessante for videre forskning.

5.1 Resultatene fra studien

I dette delkapittelet presenterer jeg resultatene fra de tre undervisningstimene.

5.1.1 Resultater fra undervisningen med bruk av konkreter

Undervisningstimen med bruk av konkreter var delt inn i tre deler. I den første delen gir læreren en introduksjon til temaet de skal arbeide. Deretter gjennomfører elevene den praktiske aktiviteten, før læreren tar en felles gjennomgang av hva elevene kom frem til. Et viktig skille mellom disse tre delene, er at den første delen foregår før konkretene har blitt innført i undervisningstimen. Deretter følger delen der elevene benytter konkretene til å utføre målinger og beregninger. I den siste delen er derimot konkretene fjernet igjen, men resultatene som læreren og elevene diskuterer er likevel nært knyttet til aktiviteten som ble gjennomført. En annen viktig forskjell mellom disse tre sekvensene, er at den første og den siste er lærerstyrt, mens det er elevene som styrer retningen på den praktiske aktiviteten. I disse tre delene er det observert noen forskjeller i hvilke kommunikasjonsmønstre som oppstår.

I den første delen av undervisningstimen har læreren fokus på begrepsforståelse. Begrepene som skal avklares har i denne sammenheng en nær relasjon til redskapene som skal benyttes. Resultatene viser at begrepsavklaring er en del av undervisningen som har lett for å havne i IRE/IRF-mønsteret som er beskrevet av Cazden (1988). Bakgrunnen for dette er at det er læreren som presenterer begrepet og spør elevene om de kan komme med en forklaring på hva begrepet betyr. Læreren foretar dermed en initierting som åpner for respons fra elevene. Et viktig poeng her er at læreren vet hvilket svar hun vil frem til. Når elevene kommer med

respons, er det derfor lett for læreren å foreta en evaluering ved å si om svaret er riktig eller galt. I forbindelse med evalueringen fremkommer også et annet kjennetegn ved kommunikasjonen som oppstår rundt begrepsavklaringen. Dette kjennetegnet er gjentakelse, noe resultatene viser at læreren benytter seg av i denne undervisningsdelen. Gjentakelsen har som funksjon å repetere betydningen av begrepet, noe som også gir elevene mer tid til å forstå det matematiske innholdet i begrepet (Anderson et al., 2009).

I den andre delen av undervisningstimen med bruk av konkreter, viser resultatene at det oppstår en annen form for kommunikasjon enn den som ble observert i den forrige sekvensen. Under målingen av omkrets og diameter av konkretene som blir benyttet, fokuseres kommunikasjonen rundt hvordan elevene skal gjennomføre den praktiske målingen. Dette har nær tilknytning til konkretene som blir benyttet, ved at det er disse elevene gjennomfører målingene på. Elevene må dermed også knytte de matematiske begrepene omkrets og diameter til gjenstanden de arbeider med. Konkretene fungerer dermed som medierende redskaper (Säljö, 2003). Det var spesielt utfordrende for elevene at gjenstandene ikke var helt sylinderformede, da de måtte være ekstra nøye med hvor på figuren de målte omkrets og diameter. Dette var også avgjørende for at de skulle få et resultat fra utregningen som var i nærheten av det teoretiske resultatet. Egenskaper ved konkretene som ble benyttet, fikk dermed en sentral betydning for kommunikasjonen som oppsto. Dette innebærer også at kommunikasjonen tar form av en diskusjon rundt gjennomføringen. I denne sammenheng benyttes blant annet det undersøkende spørsmålet "Hvorfor det?". Skovsmose (2003) trekker frem dette spørsmålet som et kjennetegn på kommunikasjonen i en situasjon der elevene får være aktive og utforskende.

I den siste delen av undervisningstimen oppstår det igjen en ny form for kommunikasjon. Resultatene viser at det i denne sekvensen blant annet er innslag av "gjetting hva læreren tenker"-mønsteret som er beskrevet av Alrø og Skovsmose (2002). Dette mønsteret oppstår ved at elevene prøver å finne frem til en sammenheng mellom omkrets og diameter basert på målingene og utregningene de har gjort. For å hjelpe dem med dette stiller læreren veiledende spørsmål, men siden elevene ikke har avdekket den faglige sammenheng som er nødvendig for å svare riktig, ender de i stedet opp med å gjette på hva læreren vil frem til. Læreren ber elevene også om å tenke på tidligere kunnskap om sirkler, noe som fører til at kommunikasjonen dreier vekk fra den praktiske aktiviteten som elevene har gjennomført. Dermed er det også innslag av topazeffekten (Brousseau, 1997) i denne delen av

undervisningstimen. Dette hjelper elevene til å komme frem til riktig svar, og lærerens håndtering av svaret viser enda et kjennetegn ved kommunikasjonen i denne sekvensen. På samme måte som i den første delen av undervisningstimen, bruker læreren også her gjentakelse av elevenes svar. Dette er med på å gi resten av klassen mer tid til å forstå hvilken matematisk kunnskap en elev forsøker å få frem (Anderson et al., 2009).

Lærerens refleksjoner fra intervjuet i etterkant av undervisningstimen viser at fokuset på begrepsforståelse er noe læreren er bevisst på i planleggingen av undervisningen. Her kommer det også frem at hun ser på en lærerstyrt dialog som en nyttig måte å avklare om begrepene er kjent for elevene. I denne sammenheng legger læreren også vekt på å benytte gjentakelse for å hjelpe elevene til å kjenne igjen begrepene. Hun peker også på at elevene selv har uttrykt at de liker repetisjoner og automatisering i undervisningen. I forbindelse med den praktiske aktiviteten, trekker hun frem at det er spesielt viktig for elevene ved bygg- og anleggsteknikk å være trygge på å kunne utføre målinger, da dette har stor relevans til elevenes studieretning. Denne arbeidsformen er også spesielt viktig ved at den gir elevene anledning til å arbeide aktivt og praktisk. Wæge (2007) peker i sin studie på at det kan virke positivt på elevenes motivasjon for å lære matematikk når de får anledning til å arbeide aktivt og utforskende. Elevene ga også uttrykk for at de likte å arbeide på denne måten, noe læreren la vekt på i planleggingen av undervisningen. Hun pekte også på at målinger på reelle gjenstander kan være med på å øke forståelsen av geometribegrepene som elevene arbeider med, noe som bidrar til å øke den matematiske kompetansen.

5.1.2 Resultater fra den lærebokbaserte undervisningen

Den lærebokbaserte undervisningstimen ble også inndelt i tre deler. Den første av disse består av at læreren introduserer temaet for timen. Deretter får elevene arbeide med oppgaver relatert til temaet, før det til slutt blir foretatt en oppsummering av noen av oppgavene som elevene har arbeidet med. Dette innebærer at det bare er i delen der elevene arbeider med oppgaver at de direkte benytter seg av læreboka som redskap. Likevel fungerer denne redskapen som utgangspunkt for introduksjonen og oppsummeringen også. Dette foregår ved at det er temaene fra læreboka som blir tatt opp i introduksjonen, mens det er elevenes arbeid med oppgavene fra læreboka som er fokus for oppsummeringen. Kommunikasjonen som oppstår i de tre ulike delene, er likevel preget av noen forskjeller.

I den første delen av undervisningstimen er det fokus på begrepsavklaring. Dette har altså klare likheter med den første delen av undervisningstimen der det ble benyttet konkreter. Også når de gjelder kommunikasjonen som oppstår, er det noen fellestrekk. Selv om det er et nytt tema og et nytt begrep som blir tatt opp i den lærebokbaserte undervisningstimen, er det likevel et tydelig innslag av IRE/IRF-mønsteret også her. Dette kan tyde på at dette kommunikasjonsmønsteret lett kan oppstå i arbeidet med begrepsavklaring. Cazden (2001) peker også på at kommunikasjonen har lett for å gå inn i dette mønsteret om det ikke blir foretatt en bevisst endring. I tillegg er det verdt å legge merke til at læreren også her benytter gjentakelse etter at hun har evaluert elevens respons. Et sentralt poeng er også at gjentakelsen blir gjort med de samme ordene som eleven benyttet. Dette skjer til tross for at elevens beskrivelse av begrepet avviker noe fra den faglige definisjonen som er gitt i læreboka. På denne måten ser læreboka som redskap ikke ut til å ha særlig innvirkning på lærerens ordvalg. I stedet benytter læreren elevenes dagligspråk. Dette kan være med på å gjøre innholdet i begrepene lettere å forstå, men samtidig fører det til mindre matematisk presisjon.

I den andre delen av undervisningstimen oppstår en ny form for kommunikasjon når elevene skal arbeide med oppgavene på arket de har fått utdelt. Resultatene viser at dialogen i denne sekvensen inneholder flere av elementene fra IC-modellen. Læreren *kommer i kontakt*, *lokaliserer* elevenes perspektiv, elevene *tenker høyt*, *identifiserer* en matematisk løsning og læreren *evaluerer* svaret de kommer frem til. Alrø og Skovsmose (2002) beskriver at dette kommunikasjonsmønsteret kan oppstå når læreren og elevene er i en utforskningsprosess. Dette er også tilfellet i denne situasjonen, ved at elevene og læreren samarbeider om å komme frem til en løsning på oppgaven.

I den siste delen av den lærebokbaserte undervisningstimen, viser resultatene at læreren går inn i IRE/IRF-mønsteret. Hun foretar først en initiering ved å stille spørsmål til elevene. Deretter kommer en av elevene med respons og læreren evaluerer svaret. Videre kan det se ut til at læreren er i ferd med å fortsette i det samme mønsteret ved at hun stiller et nytt spørsmål og får et nytt svar fra en av elevene. I stedet for å foreta en evaluering av svaret, bryter derimot læreren ut av mønsteret slik at kommunikasjonen tar en litt annen retning. Dette innebærer at læreren forsøker å få eleven til å utdype og omformulere utsagnet sitt. Anderson et al. (2009) peker på at dette er nyttig for å få klarhet i hvilken matematisk kunnskap eleven har forklart. På denne måten blir elevens ideer også tilgjengelig for andre, noe som er med på å gi en økt forståelse.

Lærerens refleksjoner rundt denne undervisningstimen viser at elevenes begrepsforståelse var sentral også i planleggingen av den lærebokbaserte undervisningen. Her ble IRE/IRF-mønsteret trukket frem som en effektiv form for dialog når det gjelder å avdekke elevenes begrepskunnskap. Planleggingen av undervisningen hadde likevel ikke spesielt fokus på kommunikasjonen som foregikk i klasserommet. I denne sammenheng peker Bauersfeld (1988) på at lærere ofte ikke er klar over hvilke kommunikasjonsmønstre de benytter. Læreren som deltok i denne undersøkelsen var i stedet opptatt av å kunne være dynamisk og fleksibel i undervisningen. De mange avgjørelsene som må tas i løpet av en undervisningstime, ble ofte tatt på bakgrunn av lærerens erfaringer om hva som fungerer bra og hva som fungerer mindre bra. Et av valgene som læreren reflekterte over var hvorvidt det skulle brukes mye tid på å gå gjennom temaer som elever tidligere hadde hatt utfordringer med. Læreren trakk frem at det ofte kunne være mer hensiktsmessig å bruke tid på temaer som elevene kunne mestre, da dette ville bidra til bedre faglige resultater ved slutten av skoleåret. Hun pekte også på at den lærebokbaserte undervisningen ofte var preget av en innledende gjennomgang på tavla. Deretter fikk elevene mulighet til å arbeide sammen i grupper om å løse oppgaver relatert til temaet. I denne sammenheng var læreren bevisst på at det var opp til elevene selv om de ønsket å samarbeide eller jobbe individuelt. Etter at elevene hadde arbeidet med oppgaver, brukte læreren å gå gjennom noen oppgaver i fellesskap der elevene fikk mulighet til å presentere sine løsninger.

5.1.3 Resultater fra undervisningstimen med bruk av studentresponssystem

Undervisningstimen med bruk av studentresponssystem er delt inn på en litt annen måte enn de to foregående undervisningstimene. Bakgrunnen for dette er at timen med bruk av studentresponssystem bare har én sammenhengende del. Dermed viser resultatene i stedet til kommunikasjonen ved tre ulike spørsmål som blir stilt i løpet av quizen. Ved alle disse spørsmålene blir studentresponssystemet benyttet som redskap, slik at dette foreligger som en uendret faktor i diskusjonen av resultatene. I stedet foregår det en endring ved at det er ulike typer spørsmål som blir stilt og dette gir noen konsekvenser for kommunikasjonen som foregår.

På det første spørsmålet viser resultatene at kommunikasjonen går inn i IRE/IRF-mønsteret som er beskrevet av Cazden (1988). Dette skjer ved at både studentresponssystemet og læreren foretar en initiering ved at spørsmålet kommer opp på skjermen og blir lest opp av læreren. Deretter gir elevene respons, før studentresponssystemet og læreren foretar en

evaluering av svarene. I tillegg har elevene mulighet til å foreta en selvevaluering basert på hva de har svart og hvilket svar som blir markert som korrekt på skjermen. At både initieringen og evaluering skjer flere ganger, viser også at læreren benytter seg av gjentakelse når studentresponssystemet fungerer som redskap. Dette skjer ved at læreren presiserer viktige opplysninger fra oppgaveteksten og legger ekstra trykk på de sentrale begrepene. Lærerens tonefall er dermed med på å kunne gi informasjon til elevene om hva de må være bevisste på for å komme frem til riktig svar. Kommunikasjonen bærer dermed preg av at det ikke bare er hva læreren sier som er viktig, men også på hvilken måte hun sier det.

På det andre spørsmålet viser resultatene at kommunikasjonen også her går inn i IRE/IRF-mønsteret. Dette er med på å styrke funnene fra det første spørsmålet som ble stilt. Det kan dermed tyde på at bruken av studentresponssystem som redskap kan føre til at læreren lett havner i IRE/IRF-mønsteret. På samme måte benytter læreren seg også her av presisering av sentrale begreper og ekstra trykklegging der det er ord som er viktige for at elevene skal kunne løse oppgaven riktig. Her er det likevel noen forskjeller som følge av at spørsmålet som blir stilt er av en litt annen type. Dette innebærer at læreren ikke bare presiserer hva som er viktig i dette spørsmålet, men også hvordan dette skiller seg fra det foregående spørsmålet. Når det riktige svaret blir markert på skjermen, gir læreren også en utdypende forklaring på hvordan elevene kunne ha kommet frem til hvilket alternativ som var korrekt.

Det siste spørsmålet som blir stilt er også av en litt annen type enn de to foregående som er diskutert. Resultatene viser at dette igjen fører til at læreren presiserer ekstra nøye hva som skiller dette spørsmålet fra de foregående. Hun gjentar også her de mest sentrale opplysningene og legger ekstra trykk på begreper som elevene må kjenne til for å kunne svare riktig på spørsmålet. Kommunikasjonen går igjen inn i IRE/IRF-mønsteret. Dette er med på å ytterligere styrke funnene fra de to foregående spørsmålene som ble stilt.

Studentresponssystem som redskap ser dermed ut til å klare innslag av dette mønsteret, noe som har vært en gjennomgående tendens ved bruken av denne redskapen i undersøkelsen.

Lærerens refleksjoner rundt bruken av studentresponssystem viste at dette er en redskap som hun mener det er nyttig å benytte seg av i undervisningen for elever ved bygg- og anleggsteknikk. Bakgrunnen for dette er at studentresponssystemet har flere viktige egenskaper som gjør at det egner seg godt i klasserommet. Studentresponssystem er blant annet en nyttig redskap å benytte for å sjekke hva elevene har fått med seg fra undervisningen.

Læreren trakk spesielt frem begrepsdefinisjoner som et tema det er relevant å spørre om ved bruk av dette verktøyet. I tillegg er dette et nyttig redskap å bruke i tilfeller der det blir tid til overs i undervisningen. I en slik situasjon blir læreren ofte nødt til å benytte ferdiglagede quizzer, men generelt foretrakk læreren å lage egne oppgaver. På denne måten kunne hun sikre at spørsmålene var direkte knyttet til lærestoffet som elevene nettopp hadde arbeidet med. I tillegg ble bruken av studentresponsystem oppfattet som artig av elevene. Dette harmonerer godt med Collier et al. (2005) som i sin studie fant at bruken av studentresponsystem førte til at elevene opplevde undervisningen som engasjerende og motiverende. Elevenes positive innstilling til bruken av denne redskapen førte også til at læreren som deltok i denne undersøkelsen iblant benyttet dette verktøyet som en belønning ved avslutningen av en undervisningstime.

5.2 Sammenligning av resultatene

Jeg foretar her en sammenligning av resultatene som kom frem i de tre undervisningstimene. Dette blir gjort ved å se på forskjeller og likheter i kommunikasjonen som oppsto ved bruk av de medierende redskapene. I tillegg blir det foretatt en sammenligning av lærerens refleksjoner rundt de tre undervisningstimene.

5.2.1 Sammenligning av kommunikasjonen ved bruk av de ulike redskapene

Resultatene viser at det er flere forskjeller og likheter mellom de ulike kommunikasjonsmønstrene som oppstår i arbeid med medierende redskaper. Et av fellestrekkene som er funnet, er at kommunikasjonen har lett for å gå inn i IRE/IRF-mønsteret når læreren ønsker å avklare begreper med elevene. Dette mønsteret var synlig både i introduksjonen til arbeidet med konkrete og i den lærebokbaserte undervisningstimen. IRE/IRF-mønsteret oppsto også i undervisningstimen der det ble benyttet studentresponsystem, men med noen forskjeller fra de to andre undervisningssekvensene. Disse forskjellene består blant annet av at initieringen skjer to ganger. Elevene får først en initiering fra studentresponsystemet. Denne redskapen har dermed en sentral rolle i denne delen av kommunikasjonen med elevene. I tillegg gjentar læreren spørsmålet som kommer opp på skjermen, slik at elevene får en ny initiering. Også responsen som blir gitt ved bruk av studentresponsystem, skiller seg fra de andre redskapene. Dette blir synlig ved at responsen foregår gjennom elevenes elektroniske enheter i stedet for at elevene snakker høyt i klasserommet. I evalueringsfasen er det også noen tydelige forskjeller. I arbeidet med konkrete og i den lærebokbaserte undervisningstimen gir læreren en evaluering av

enkeltelevers svar. Dette er derimot ikke mulig i undervisningstimen der studentresponsystem blir benyttet, siden elevene svarer anonymt. Læreren foretar derfor i stedet en evaluering av klassen som helhet. En egenskap ved studentresponsystemet som redskap er at elevene i tillegg får muligheten til å foreta en selvevaluering ved å sammenligne sitt svar med det riktige svaret som blir markert på skjermen. Dette stemmer godt overens med Abrahamson, Penuel og Roschelle (2004) som i sin studie peker på studentresponsystem som et nyttig verktøy i forbindelse med elevenes formative vurdering. En likhet ved bruken av de ulike redskapene er at læreren gir en ytterligere feedback til elevene. Dette kan foregå ved at læreren gjentar elevers svar eller kommer med en utdypende forklaring på hvordan de kunne ha tenkt for å komme frem til det riktige svaret.

Det er også noen forskjeller og likheter mellom kommunikasjonen som oppstår i situasjonene der elevene jobber i mindre grupper. Dette er det gitt eksempler på når elevene skal arbeide sammen om å utføre målinger og beregninger på konkretene som blir benyttet, og når læreren gir veiledning til to elever som arbeider med en oppgave i den lærebokbaserte undervisningstimen. I arbeidet med konkretene er elevene opptatt av å undersøke egenskaper ved redskapene som blir benyttet. Et viktig kjennetegn på kommunikasjonen i denne situasjonen er bruken av det undersøkende spørsmålet "Hvorfor det?" (Skovsmose, 2003). I forbindelse med dette funnet er det viktig å merke seg at endringen mot et undersøkende kommunikasjonsmønster skjer når konkretene blir innført i undervisningen. Bakgrunnen for dette er at elevene forsøker å utforske sammenhenger og egenskaper ved konkretene som blir benyttet. Skovsmose (2003) peker på denne formen for utforskning som et viktig kjennetegn på en undersøkende undervisning.

På samme måte ser vi i den lærebokbaserte undervisningstimen at elevene og læreren samarbeider om å avdekke sammenhenger i oppgaven som elevene forsøker å løse. Dette fører til at flere av elementene i IC-modellen oppstår i kommunikasjonen mellom læreren og elevene. Alrø og Skovsmose (2002) peker på at IC-modellen er et kommunikasjonsmønster som kan oppstå i en undersøkende aktivitet. Dermed inneholder begge disse undervisningssekvensene noen undersøkende elementer når elevene arbeider i mindre grupper.

I den siste delen av undervisningstimen med bruk av konkreter og den lærebokbaserte undervisningstimen, viser resultatene at det her oppstår noen forskjeller i

kommunikasjonsmønsteret som benyttes. Den praktiske aktiviteten der konkreter ble benyttet som redskap, hadde som mål å få elevene til å avdekke noen egenskaper ved artefaktene. Dette fører til at læreren prøver å lede elevene mot sammenhengen mellom omkrets og diameter, noe som fører til at kommunikasjonen går inn i "gjetting hva læreren tenker"-mønsteret som er beskrevet av Alrø og Skovsmose (2002). I tillegg er det innslag av topazeffekten (Brousseau, 1997) ved at læreren går bort fra den praktiske aktiviteten og i stedet prøver å bruke elevenes tidligere kunnskap til å avdekke sammenhenger. Den oppsummerende delen av den lærebokbaserte undervisningstimen skiller seg fra dette ved at elevene allerede har avdekket sammenhenger ved oppgavene gjennom arbeidet med disse. Dermed brukes denne delen til å få elevene til å dele sine løsninger med resten av klassen, ved at læreren stiller spørsmål om oppgavene og lar elevene svare. Dette fører til at kommunikasjonen går inn i IRE/IRF-mønsteret (Cazden, 1988). Læreren avviker likevel også fra dette mønsteret noen ganger ved å la elevene utdype og presisere hva de har tenkt i stedet for at svarene deres blir evaluert direkte. På denne måten blir også flere elever inkludert i kommunikasjonen som foregår.

5.2.2 Sammenligning av lærerens refleksjoner

Resultatene viser at læreren benytter seg av flere ulike undervisningsmetoder. Enkelte temaer er preget av tavlegjennomgang og oppgaveregning, mens andre temaer gir elevene mulighet til å være aktive og arbeide praktisk. Felles for de ulike temaene er at læreren har fokus på at elevene skal ha innsikt i de matematiske begrepene som det arbeides med. I tillegg benytter læreren mye gjentakelse for at elevene skal få repetert lærestoffet. Denne formen for mengdetrening blir også sett på som viktig for elevenes læringsutbytte. Resultatene viser i tillegg at læreren er bevisst på å ta i bruk flere ulike redskaper i undervisningen. Læreren peker på at det er viktig at elevene får anledning til å arbeide variert, og i denne sammenheng spiller de ulike redskapene en viktig rolle. Et fellestrekk er at læreren hele tiden er bevisst på at matematikkundervisningen skal ha relevans for elevene. Dette innebærer at læreren benytter seg av eksempler som knytter seg til elevenes studieretning og dagligliv. Det var også viktig for læreren å lytte til elevenes ønsker i undervisningen, og hun forsøkte derfor å benytte undervisningsmetoder som elevene oppfattet som interessante og artige.

5.3 Studiens validitet og reliabilitet

Validiteten i studien sier noe om hvorvidt funnene kan gi informasjon om det de faktisk er ment å gi informasjon om (Cohen et al., 2011). Bruken av både observasjon og intervju som

metode kalles datatriangulering og er med på å heve validiteten i studien. Et annet tiltak som ble gjort for å sikre høy grad av validitet var å være sammen med elevene over lenger tid, slik at de ble trygge i situasjonen der jeg var observatør i klasserommet. Her kan det første besøket i klassen ha vært spesielt viktig, da dette besøket medvirket til at det allerede var etablert en relasjon mellom meg og elevene før datainnsamlingen startet i klasserommet.

Det er flere tiltak som kunne ha blitt gjort for å styrke resultatene i studien. Dette innebærer blant annet at læreren kunne ha fått anledning til å se gjennom en foreløpig analyse av intervjuene som ble foretatt. På bakgrunn av dette kunne læreren ha kommet med innspill og kommentarer til analysen som er gjort, med mål om å undersøke hvorvidt læreren hadde sagt seg enig i mine tolkninger. Dette kunne ha gitt nyttig informasjon om hvorvidt jeg hadde forstått læreren riktig, noe som det måtte ha blitt tatt hensyn til i det videre analysearbeidet. Dette ville dermed ha vært med på å kvalitetssikre de tolkningene som er foretatt, noe som også ville ha bidratt til å heve validiteten i studien.

Tiltak som har blitt gjort for å sikre høy grad av reliabilitet, er å prøve å unngå å stille ledende spørsmål i intervjuene med læreren før og etter undervisningstimene. På denne måten oppnår man at læreren gir mest mulig ærlige svar, slik at det er sannsynlig at disse svarene ville ha vært konsistente dersom undersøkelsen hadde blitt gjort på nytt. Samtidig opptrer man selv som nøytral, slik at egne meninger og holdninger ikke skal påvirke lærerens svar. Valget om å være en ikke-deltakende observatør kan også ha vært med på å øke reliabiliteten til studien. Bakgrunnen for dette er at jeg på denne måten unngår å påvirke elevenes utsagn eller handlinger, slik at disse fremkommer i en mest mulig ærlig form. I tillegg er observasjonene og lærerens svar forsøkt gjengitt så ærlig som mulig, slik at det er tydelig hvilket datamateriale som er bakgrunnen for de ulike tolkningene som er gjort.

Det er viktig å påpeke at denne undersøkelsen bare er egnet til å si noe om kommunikasjonsmønstrene som oppsto i klasserommet der matematikkundervisningen ble observert. Dette innebærer også at det bare er mulig å si noe om kommunikasjonsmønstrene som oppsto ved bruk av de redskapene som er benyttet i denne undersøkelsen. For å kunne si mer om mulige sammenhenger mellom bruk av ulike redskaper og kommunikasjonsmønstrene som oppstår, kunne det ha vært nyttig å observere flere undervisningssekvenser der også andre typer redskaper ble benyttet. I tillegg ville det ha vært nyttig å observere undervisningen i andre matematikklasserom ved bygg- og anleggsteknikk,

for å se om det er mulig å se de samme sammenhengene mellom redskapene som blir benyttet og kommunikasjonen som oppstår i disse klasserommene. Dette ville også ha vært med på å styrke forskningens validitet.

Det er også viktig å påpeke at denne undersøkelsen bare kan gi informasjon om undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk slik den er presentert av læreren som her har blitt observert og intervjuet. Dette inntrykket ser derimot ut til å være nokså stabilt hos denne læreren, noe som bidrar til å gi undersøkelsen høy reliabilitet. Lærerens utsagn kan heller ikke brukes til å si noe generelt om undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk hos andre skoler eller lærere. For å kunne si mer om læreres tanker om undervisning ved bygg- og anleggsteknikk, kunne det derfor ha vært nyttig å observere og intervju flere ulike lærere og sammenligne deres tanker rundt temaet. Dette ville også vært med på å styrke forskningens validitet. I tillegg ville intervju med elever kunne belyse temaet fra elevenes synspunkt, noe som kunne gitt nyttig tilleggsinformasjon da elevenes opplevelse av undervisningen ikke nødvendigvis er i samsvar med lærerens intensjon. Dersom lærere og elever i tillegg hadde blitt fulgt over lenger tid, kunne dette ha gitt et større grunnlag for å si noe om undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk.

5.4 Videre forskning

Ved å gjennomføre undersøkelser med et større utvalg og med bruk av flere ulike redskaper, vil det være mulig å få større kunnskap om hvilke kommunikasjonsmønstre som oppstår ved bruk av ulike medierende redskaper. Jeg er også av den oppfatning at bruken av teknologiske hjelpemidler er i stor fremgang i undervisningen. Derfor vil det være nyttig å få større innsikt i hvordan disse redskapene påvirker kommunikasjonen i klasserommet. Det er også av stor interesse å undersøke hvordan bruken av de ulike kommunikasjonsmønstrene og redskapene kan bidra til å fremme elevenes læring.

Ved å gjennomføre undersøkelser med flere ulike lærere kan det også skapes et større grunnlag for å si noe om hvordan undervisningen ved bygg- og anleggsteknikk arter seg. Her vil det også være interessant å undersøke i hvilken grad undervisningen ved dette studieprogrammet skiller seg fra undervisningen ved andre studieprogram. Dette er det viktig å ha innsikt i for å kunne legge til rette for en undervisning som er tilpasset elevenes forutsetninger og interesser. På denne måten vil man også få et større grunnlag for å kunne utvikle en undervisning som fremmer elevenes læring og utvikling.

6. Konklusjon

Denne studien har hatt som mål å øke bevisstheten rundt hvilke kommunikasjonsmønstre som oppstår ved bruk av medierende redskaper i matematikkundervisningen ved bygg- og anleggsteknikk. I tillegg har det vært et mål å få større innsikt i hvordan en lærer ved denne studieretningen mener at matematikkundervisningen bør være. Dette er temaer som er viktige å ha kunnskap om for å kunne legge opp til en variert og tilpasset undervisning når man selv skal arbeide i skolen.

Resultatene fra studien har vist at det er flere ulike kommunikasjonsmønstre som oppstår ved bruk av medierende redskaper i undervisningen. Dette innebærer bruk av IRE/IRF-mønsteret, "gjett hva læreren tenker"-mønsteret, topazeeffekten og IC-modellen. IRE/IRF-mønsteret er spesielt dominerende i forbindelse med bruk av studentresponsystem. I tillegg er dette kommunikasjonsmønsteret fremtredende ved begrepsavklaringer i oppstarten av undervisningstimene. I forbindelse med begrepsavklaringene benytter læreren også i stor grad gjentakelse for å gi elevene en mulighet til å få repetert det matematiske fagstoffet.

Undersøkelsen har også vist at IC-modellen og undersøkende spørsmål som "Hvorfor det?" gjerne kommer til syne når elevene arbeider i mindre grupper. Dette kan foregå både med og uten veiledning fra lærer. I disse tilfellene arbeider elevene enten med å avdekke egenskaper ved konkreter, eller med å finne hvilke sammenhenger de må benytte i arbeidet med å løse oppgaver fra læreboka.

Studien viser i tillegg at "gjett hva læreren tenker"-mønsteret og topazeeffekten gjerne oppstår i forbindelse med oppsummeringen av en undervisningssekvens. Dette skjer spesielt i tilfeller der læreren forsøker å hjelpe elevene med å komme frem til en sammenheng basert på aktiviteten som har vært gjennomført tidligere i undervisningstimen. I situasjoner der elevene allerede har avdekket sammenhenger og løst oppgaver på riktig måte, vil kommunikasjonen i større grad gå over i IRE/IRF-mønsteret.

Resultatene har også vist at læreren legger vekt på at matematikkundervisningen ved bygg- og anleggsteknikk skal være praktisk rettet. Dette innebærer å benytte eksempler som relaterer seg til elevenes hverdag og studieretning og å la elevene få løse praktiske oppgaver ved bruk

av ulike redskaper. I tillegg er det viktig for læreren å lage undervisningsopplegg som stemmer overens med elevenes egne ønsker, noe som bidrar til at undervisningen blir oppfattet som interessant og motiverende.

Referanseliste

Abrahamson, L., Penuel, W. R., & Roschelle, J. (2004). *Classroom response and communication systems: Research review and theory*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.

Alrø, H., & Skovsmose, O. (2002). *Dialogue and learning in mathematics education. Intention, reflection, critique*. London: Kluwer Academic Publishers.

Alrø, H., & Skovsmose, O. (2004). Dialogic learning in collaborative investigation. *Nordic studies in Mathematics Education*, 2, 39-62.

Anderson, N. C., Chapin, S. H., & O'Connor, C. (2009). *Classroom discussions. Using math talk to help students learn*. Sausalito: Math Solutions.

Bauersfeld, H. (1988). Interaction, construction, and knowledge: Alternative perspectives for mathematics education. I D. A. Grouws, T. J. Cooney & D. Jones (Red.), *Effective mathematics teaching* (s. 27-46). Reston, VA: NCTM & Lawrence Erlbaum.

Brinkmann, D., & Kvale, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju* (2. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.

Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics 1970-1990*. Edited and translated by N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland & V. Warfield. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Bue, O., Engeseth, J., Heir, O., Pedersen, P. I., & Solvik, J. I. (2006). *Tall i arbeid bygg- og anleggsteknikk*. Oslo: Aschehoug.

Cazden, C. B. (1988). *Classroom discourse: the language of teaching and learning*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Cazden. C. B. (2001). *Classroom discourse. The language of teaching and learning* (2. utg.)
Portsmouth, NH: Heinemann.

Cobb, P., & Gravemeijer, K. (2006). Design research from a learning design perspective. I J.
van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Red.), *Educational design
research* (s. 163). New York: Routledge.

Cobb, P., & Yackel, E. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in
mathematics. *Journal for research in mathematics education*, 27, 458-477.

Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1991). Small-group interactions as a source of learning
opportunities in second-grade mathematics. *Journal for research in mathematics education*,
22, 390-408.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7. utg.).
London: Routledge.

Collier, H. L., Hall, R. H., Hilgers, M. G., & Thomas, M. L. (2005). *A student response
system for increasing engagement, motivation, and learning in high enrollment lectures*.
Proceedings of the Eleventh Americas Conference on Information Systems, Omaha, NE.

Deal, A. (2007). Classroom response systems. *Teaching with technology*, 1-14.

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of
mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131.

Dysthe, O. (2001). Sosiokulturelle teoriperspektiv på kunnskap og læring. I O. Dysthe (Red.),
Dialog, samspel og læring (s. 33-72). Oslo: Abstrakt forlag.

Kahoot (2014). *Great learning starts by asking great questions*. Hentet 3. april 2015, fra
<https://getkahoot.com/>

Lemke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood, N.J.: Ablex.

- Mellin-Olsen, S. (1990). Oppgavediskursen. I G. Nissen & J. Bjørneboe (Red.), *Matematikundervisning og demokrati. Initiativet vedrørende matematikundervisning* (s. 47-64). Roskilde: IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.
- Mertens, D. M. (2005). *Research and evaluation in education and psychology. Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (2. utg.). London: Sage Publications, Inc.
- Piaget, J. (1950): *The psychology of intelligence*. New York, Routledge.
- Robson, C. (2002). *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers* (2. utg.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Robson, C. (2011). *Real world research: a resource for users of social research methods in applied settings* (3. utg.). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Skovsmose, O. (2003). Undersøgelandskaber. I O. Skovsmose & M. Blomhøj (Red.) *Kan det virkelig passe? Om matematiklæring* (pp. 143-158). København: L&R Uddannelse.
- Säljö, R. (2003). *Læring i praksis. Et sosiokulturelt perspektiv* (3. utg.). Oslo: J.W. Cappelens forlag a.s.
- University of Minnesota (2008). *Student response systems overview*. Hentet 10. april 2015, fra http://www.classroom.umn.edu/projects/support_srs.html
- Utdanningsdirektoratet (2006). *Læreplan i matematikk fellesfag*. Hentet 27. mars 2015, fra <http://www.udir.no/kl06/MAT1-04/Kompetansemaal/?arst=1858830316&kmsn=1552752083>
- Voigt, J. (1995). Thematic patterns of interaction and sosiomathematical norms. I P. Cobb & H. Bauersfeld (Red.), *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures* (s. 163-201). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Edited by M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wæge, K. (2007). *Elevenes motivasjon for å lære matematikk og undersøkende matematikkundervisning* (Doktoravhandling, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet). Trondheim: NTNU.

Vedlegg 1 Samtykkeerklæring

Rune Kleiven Rynning

Sunlandsskrenten 27, 7032 Trondheim

95100413, runeklei@stud.ntnu.no

Trondheim, 22.01.2015

Til lærer og elever på Strandgata videregående skole

Anmodning om tillatelse til video-/lydopptak av undervisning/intervju

Jeg er student på lektorprogrammet i realfag ved NTNU. I min masteroppgave ønsker jeg å undersøke hvilke faktorer som påvirker lærerens valg av metode i matematikkundervisningen.

For å få så godt dokumenterte data som mulig, er det ønskelig å gjøre videoopptak/lydopptak av undervisningssekvenser i klassen og intervju med lærer. Derfor ber jeg om tillatelse fra dere til å kunne gjøre videoopptak/lydopptak. Det er snakk om å observere undervisningstidene som dekker et tema fra læreplanen, samt intervju med lærer før og etter undervisningstidene. Forutsetningen for tillatelsen er at alt innsamlet materiale blir behandlet med respekt og blir anonymisert, og at prosjektet ellers følger gjeldende retningslinjer for personvern. Det er helt frivillig å delta og man kan til enhver tid trekke seg fra deltakelse uten å måtte oppgi noen grunn til det.

Observasjonene vil bli foretatt i hver av undervisningstidene som dekker temaet fra læreplanen. Intervjuene før og etter undervisningstidene kan tilpasses ut i fra når dette passer for læreren, men det er ønskelig at jeg får litt tid til å se gjennom datamaterialet fra undervisningstidene før etterintervjuene. Opptakene vil kun bli sett/hørt av meg og min veileder. I materiale som skrives eller på annen måte presenteres for andre vil involverte personer bli anonymisert. Innsamlede data vil bli slettet etter at prosjektet er avsluttet, senest 01.09.15.

Hvis noen vil vite mer om dette, eller hva det innsamlede materialet skal brukes til, så er det bare å ta kontakt med meg på telefon eller e-post (se øverst for detaljer).

Jeg håper dere synes dette er interessant og viktig, og at dere er villige til å være med på undersøkelsen. Jeg ber om at dere fyller ut svarslippen på neste side om hvorvidt dere gir eller ikke gir tillatelse til å være med på prosjektet i klassen.

På forhånd takk!

Vennlig hilsen

Rune Kleiven Rynning

Tillatelse

Som del av gjennomføringen av undersøkelsen til min masteroppgave ber jeg om tillatelse til å gjøre lyd- og videoopptak der lærer og elever er med.

Forutsetningen for tillatelsen er at innsamlet materiale blir anonymisert og behandlet med respekt, og at prosjektet følger gjeldende retningslinjer for etikk og personvern.

Sett kryss i den ruta som passer:

Jeg gir tillatelse.

Jeg gir ikke tillatelse.

Dato:

Elevens/Lærerens fornavn og etternavn:

Vennligst returner svarslippen så snart som mulig.

Intervjuguide til intervju før og etter undervisningstimene

Intervjuene med lærer før og etter undervisningstimene er i form av semistrukturerte intervjuer. Spørsmålene som stilles vil i stor grad være avhengig av forløpet i hver enkelt undervisningstime, så det gis her noen veiledende intervju spørsmål for intervjuene før og etter undervisningstimene.

Veiledende spørsmål for intervjuene før undervisningstimene

1. Hva er læringsmålene for undervisningstimen?
2. Hvilke metoder ønsker du å benytte for å oppnå disse læringsmålene?
3. Hva er bakgrunnen for valget om å bruke disse metodene?
4. Har du noe mer du ønsker å legge til om planen for undervisningstimen?

Veiledende spørsmål for intervjuene etter undervisningstimene

1. I hvilken grad opplever du at læringsmålene ble dekket i denne undervisningstimen?
2. Hva føler du fungerte godt med metodene som ble benyttet?
3. Hva fungerte mindre godt?
4. Hvilke endringer ser du for deg å gjøre til neste undervisningstime, basert på erfaringene fra denne timen?

Intervjuguide til intervju underveis i analyseprosessen

Intervjuet som ble gjennomført med lærer underveis i analyseprosessen er i form av et semistrukturert intervju. Spørsmålene som stilles knytter seg til temaer som det var behov for å få mer informasjon om i det videre arbeidet med analysen. Her gis noen veiledende intervju spørsmål for intervjuet.

Veiledende spørsmål for intervjuet som ble gjennomført etter at prosessen med å analysere datamaterialet var i gang

1. Hva ser du på som din rolle når elevene arbeidet i grupper for å måle omkrets og diameter av ulike redskaper?
2. Hvordan mener du at kommunikasjonen med elevene er i denne settingen?
3. Hvilke viktige egenskaper mener du det praktiske arbeidet har som skiller seg fra arbeid med oppgaver fra læreboka?
4. Hva ser du på som din rolle når elevene arbeider med budsjett og regnskap ved hjelp av ark som de skal fylle ut?
5. Hvordan mener du at kommunikasjonen med elevene er i denne settingen?
6. Hva ser du på som din rolle når Kahoot blir benyttet?
7. Hvordan mener du at kommunikasjonen med elevene er i denne settingen?
8. Hvordan mener du at undervisningen påvirkes av at ulike redskaper tas i bruk?
9. Hvilke refleksjoner gjør du deg om betydningen av kommunikasjon i planleggingen av undervisningstimene?