

Tuva Sørbøe Syversen

# Kommunikasjonens rolle i matematikkundervisning

Hvilken rolle har lærerens kommunikasjon på elevenes engasjement og deltakelse?

Masteroppgave i Matematikdidaktikk 5.-10. trinn

Veileder: Danyal Farsani

Mai 2024



**NTNU**

Kunnskap for en bedre verden



Tuva Sørboe Syversen

# Kommunikasjonens rolle i matematikkundervisning

Hvilken rolle har lærerens kommunikasjon på elevenes engasjement og deltakelse?

Masteroppgave i Matematikdidaktikk 5.-10. trinn  
Veileder: Danyal Farsani  
Mai 2024

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



Kunnskap for en bedre verden



# Sammendrag

I denne studien har hovedfokuset vært på kommunikasjon i matematikkundervisning, både verbalt og ikke-verbalt. Det har blitt undersøkt hvilken rolle lærerens kommunikasjon har for engasjement og deltakelse blant elevene. Studien har blitt gjennomført kvalitativt ved å observere og ta videoopptak av tre matematikktimer på 9. trinn, i deres undervisning om geometri. Lærerens kommunikasjonsvalg har blitt analysert og diskutert i sammenheng med elevenes deltakelse og engasjement. Jeg har i denne studien fokusert på elevenes visuelle deltakelse og engasjement, altså når tydelige tegn til deltakelse og engasjement vises. Bruk av tavle og konkreter i undervisning står også sentralt som en av lærerens valg av kommunikasjon.

I et klasserom er det et bredt spekter av personligheter og interesser. Ulike faktorer og forutsetninger er også redegjort for, da flere ytre faktorer kan ha en innvirkning på elevenes deltakelse og engasjement. Blant annet diskuteres interesser, tidsbruk og elevenes evne til å holde fokus over tid.

Funnene indikerer at lærerens kommunikasjon tydelig spiller en rolle for elevenes deltakelse og engasjement, men i ulik grad. Elevene ser ut til å speile og implementere lærerens forklaringer i egne forklaringer, både verbalt og ikke-verbalt. I tillegg virker elevene mer engasjerte når det er mer å følge med på. Lærerens aktive bruk av tavle, konkreter og tydelige gestikuleringer fanger ofte oppmerksomheten til elevene, som i flere tilfeller fører til økt deltakelse. Funnene diskuteres opp mot læreplanen og dens fokus på kommunikasjon i skolen og matematikkundervisning.

# Abstract

The main focus of this study has been on communication in mathematics teaching, both verbally and non-verbally. The role of the teacher's communication for engagement and participation among the pupils has been researched. This study adopted a qualitative approach, where I have been observing and video recorded three mathematics lessons, in their normally and naturally occurring lessons where the focus of teaching was about geometry, at a 9th grade in Norway. The teacher's communication choices have been analysed and discussed in the context of pupils' participation and engagement. In this study, I have focused on the pupils' visual participation and engagement, when clear signs of participation and engagement are shown. The use of blackboards and manipulatives in the teaching was also perceived to be as central as one of the teacher's choices of communication.

In a classroom, there is a wide range of personalities and interests. Different factors and prerequisites are also accounted for, as several external factors may have an impact on the pupils' participation and engagement. Among other things, their interests, time frame and the pupils' ability to stay focused over time are also discussed.

The results indicate that the teacher's communication clearly plays a role in pupils' participation and engagement, but to varying degrees. The pupils seem to mirror and implement the teacher's explanations in their own explanations, both verbally and non-verbally. In addition, the pupils seem to be more engaged when there is more to pay attention to. The teacher's active use of the blackboard, manipulatives and gestures often captures pupils' attention, which in several cases leads to increased participation. The findings are discussed in relation to the curriculum and its focus on communication in school and mathematics teaching.

# Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på mine fem år på grunnskolelærer-utdanningen. Det har vært en lang og utfordrende reise, men mest av alt veldig spennende og lærerikt. Nå går veien videre, og jeg tar med meg all erfaring og kunnskap jeg har tilegnet meg, inn i rollen som lærer.

Det er flere jeg ønsker å takke i forbindelse med arbeidet med denne oppgaven. Først og fremst vil jeg takke læreren, som med én gang ønsket å delta, og ikke minst elevene. Jeg ble tatt imot med åpne armer, og det er takket være dem at jeg til slutt fikk gjennomført studien på ønsket måte, etter en noe utfordrende start med å få tak i deltakere.

Videre vil jeg takke familie og venner som har støttet meg gjennom hele utdanningen, ikke minst i arbeidet med denne masteroppgaven. De har lest gjennom, og kommet med innspill, for å gjøre oppgaven min best mulig.

Til slutt vil jeg takke veilederen min, Danyal Farsani, som har stilt opp fra første til siste dag. Det har vært en god støtte og trygghet, og våre gode samtaler og diskusjoner har hjulpet meg trygt i mål med denne masteroppgaven.

Det er takket være alle overnevnte at jeg sitter igjen med akkurat denne masteroppgaven. Det ville ikke vært mulig uten dere!

Tusen takk!





# Innhold

Figurer .....	xi
Tabeller .....	xi
1 Innledning .....	13
1.1 Forskningsspørsmål .....	13
1.2 Studiens oppbygging .....	14
2 Teori .....	15
2.1 Kommunikasjon .....	15
2.2 Matematisk tilnærming .....	16
2.2.1 Semiotikk .....	16
2.2.2 Matematiske konkrete .....	17
2.3 Deltakelse og engasjement.....	18
2.3.1 Å lytte og vente .....	19
2.4 Tidligere forskning.....	19
3 Metode .....	22
3.1 Forskningsdesign .....	22
3.2 Observasjon med videoopptak .....	23
3.3 Utvalget av deltakere .....	25
3.3.1 Lærer .....	25
3.3.2 Elevene .....	25
3.4 Metode for analyse .....	26
3.4.1 Transkripsjon .....	26
3.5 Forskningsetikk og behandling av personopplysninger .....	27
3.6 Validitet og reliabilitet .....	28
4 Analyse .....	30
4.1 Beskrivelse av matematikktimene .....	30
4.2 Analyse av lærerens kommunikasjon .....	32
4.2.1 Konsekvent bruk av tegn .....	32
4.2.2 Bruk av tavle.....	33
4.2.3 Forklaring til aktiviteter .....	34
4.2.4 Bevegelse i klasserommet.....	35
4.2.5 Utvelgelse av elever .....	36
4.3 Analyse av elevenes deltakelse .....	37
4.3.1 Oppmerksomhet ved bruk av konkrete .....	37
4.3.2 Når og hva elevene responderer på.....	37
4.3.3 Klasseromsdiskusjoner .....	38

4.3.4	Personlig eller kollektiv deltakelse .....	39
4.3.5	Speiling .....	40
5	Diskusjon.....	42
5.1	Utfall av lærerens konsekvente kommunikasjonsvalg .....	42
5.2	Betydning av lærerens plassering og holdning .....	43
5.3	Ytre motivasjon for deltakelse.....	44
5.4	Bidrar alt til engasjerte og deltakende elever? .....	45
5.4.1	Klassemiljøets rolle for elevenes deltakelse .....	45
5.4.2	Forutsetninger for deltakelse .....	46
5.5	Praktiske implikasjoner .....	47
5.6	Studiens begrensninger og videre forskning .....	48
6	Avslutning.....	49
	Referanser.....	51
	Vedlegg.....	56

## Figurer

Figur 4-1: Forklaring og eksempel på <i>1234 quiz</i> .....	31
Figur 4-2: Illustrasjon av lærerens gestikulering av prisme .....	33
Figur 4-3: Illustrasjon av peking på tavla .....	34
Figur 4-4: Illustrasjon av peking med håndflaten opp.....	37
Figur 4-5: Illustrasjon av situasjonen med et utvalg elever .....	38
Figur 4-6: Eget eksempel på figuren .....	41

## Tabeller

Tabell 3-1: Oversikt over de observerte matematikktimene .....	24
Tabell 4-1: Oversikt over matematikktimene.....	30



# 1 Innledning

Kommunikasjon har en sentral rolle i skolen. Likevel er det lite forskning i Norge på kommunikasjonens rolle i matematikkundervisning. Det har blitt gjennomført mye forskning på viktigheten og relevansen av kommunikasjon i undervisning i andre fag, men lite i matematikk. Kommunikasjon innebærer både det verbale og ikke-verbale. Det blir redegjort for i teorikapitlet, men verbal kommunikasjon er alt som blir kommunisert med ord og lyder, både muntlig og skriftlig (Standal & Hårberg, 2020). Ikke-verbal kommunikasjon er alt som kan sees på en person, som for eksempel kroppsspråk (Svartdal, 2020). Innen den ikke-verbale kommunikasjonen er det omtrent ingen forskning i Norge som er knyttet til matematikkfaget i skolen. Jeg vil med denne studien bidra til mer kunnskap om temaet, som forhåpentligvis kan føre til en utvikling på feltet.

I den overordnede delen av læreplanen står det at «skolen skal la elevene utfolde skaperglede, engasjement og utforskertrang [...]» (Kunnskapsdepartementet, 2017). Det står også at elevene skal bli trygge språkbrukere og at de «kan bruke språk for å tenke, skape mening, kommunisere og knytte bånd til andre» (Kunnskapsdepartementet, 2017). Ved å se, og høre, lærerens verbale og ikke-verbale språk, vil det være større sannsynlighet for at det implementeres av elevene selv (Goldin-Meadow et al., 1999). Det kan derfor også være med på elevenes språklige utvikling. I skolen er det også fem grunnleggende ferdigheter skolen og undervisning skal legge til rette for, hvor en av de er muntlige ferdigheter. En del av muntlige ferdigheter er å *utforme*, som omfatter «bruk av ulike uttrykksmåter som støtte i både spontan og forberedt tale» (Kunnskapsdepartementet, 2017). Dette tolker jeg slik at ikke-verbal kommunikasjon går innunder her. Kommunikasjonens rolle i undervisning støttes derfor i læreplanen.

Til tross for økende interesse på feltet, er det delte meninger om hvor stor rolle den ikke-verbale kommunikasjonen i matematikklasserommet skal få. Av forskere på feltet er det derimot stor enighet om hvor viktig det er. Alibali og Nathan (2012) mener det er verdifullt å vite hvordan lærere og elever uttrykker matematisk kunnskap ikke-verbalt. Det ble, i en studie i Chile, observert at det var større engasjement blant elevene i matematikk enn i engelsk, når læreren brukte mer ikke-verbal kommunikasjon (Farsani et al., 2020). Jeg vil ut fra dette forske på om lærerens kommunikasjon har noe å si for elevenes engasjement og deltakelse i matematikkundervisning.

## 1.1 Forskningsspørsmål

På bakgrunn av lite forskning på kommunikasjon i matematikkundervisning, samt læreplanens fokus på viktigheten av elevenes engasjement og deltakelse, har jeg kommet fram til følgende forskningsspørsmål:

*Hvilken rolle har lærerens kommunikasjon på elevenes deltakelse og engasjement i undervisning av geometri?*

Kommunikasjon innebærer som nevnt både det verbale og ikke-verbale. Jeg vil i denne studien se på kommunikasjonen i sin helhet, men ha større fokus på det ikke-verbale enn det verbale. Likevel henger alt sammen, slik at utdragene i analysen består av det verbale og ikke-verbale, blant både læreren og elevene. Forskningsspørsmålet skal drøftes og sees på i lys av teori og tidligere forskning, knyttet opp mot funnene fra egne, innsamlede data.

## 1.2 Studiens oppbygging

Studien består av totalt seks kapitler. Først blir teorien og tidligere forskning presentert i eget kapittel, før jeg går over til metodekapitlet. Her presenteres selve prosessen med datamaterialet og analysen, samt praktiske og etiske implikasjoner. Analysen blir så presentert i et eget kapittel, hvor det hovedsakelig vises til funn fra datamaterialet. Selv om analyse og diskusjon er to separate kapitler, blir noen mulige diskusjoner nevnt i analysekapitlet, som senere drøftes og diskuteres i diskusjonskapitlet. I diskusjonskapitlet har jeg også valgt å inkludere studiens praktiske implikasjoner, og forslag til videre forskning. Avslutningsvis oppsummeres studien i korthet, samtidig som mulige svar på forskningsspørsmålet redegjøres for.

## 2 Teori

I dette kapitlet presenteres det teoretiske rammeverket for denne studien. Det blir grunnlaget for analysen av datamaterialet og diskusjonen. Først vil jeg avklare hva kommunikasjon innebærer, og hvilke typer kommunikasjon som står sentralt. Deretter går det over til semiotikk og romgeometri, som er de matematiske aspektene i studien. Til slutt ser jeg på hva elevenes engasjement og deltakelse innebærer, før det presenteres en oversikt over tidligere forskning i feltet.

### 2.1 Kommunikasjon

Kommunikasjon står sentralt både i skolen generelt, og i undervisning og læring av matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019). Med kommunikasjon menes samhandlingene mellom personer, som i et klasserom hovedsakelig er mellom lærer og elever, og elevene seg imellom. Kommunikasjon defineres på flere måter. I Store norske leksikon defineres kommunikasjon som det å «formidle og dele ideer og informasjon» (Allot, 2023), mens en annen definisjon av kommunikasjon er «den prosessen som har tankens enhet som mål» (Fremmedord, u.å.). Kommunikasjon er med andre ord en formidling.

Kommunikasjon innebærer både det verbale og ikke-verbale. Verbal kommunikasjon består av ord, og skjer gjennom det skrevne og muntlige (Standal & Hårberg, 2020). Ikke-verbal kommunikasjon er det som formidles uten ord, ofte ved hjelp av gestikuleringer og ulike tegn (Svartdal, 2020). Kommunikasjon ved hjelp av matematiske konkreter står også sentralt som en form for ikke-verbal kommunikasjon i denne studien. Miller (1988) nevner noen grunner til hvorfor mennesker ofte tyr til ikke-verbal kommunikasjon. De innebærer blant annet at ord kan være begrensende, at ikke-verbal kommunikasjon kan være tydeligere, og samtidig mer genuine. Ikke-verbal kommunikasjon kan også gjøre det lettere å uttrykke følelser og gjøre komplekse samtaler enklere (Miller, 1988).

Ikke-verbal kommunikasjon består av flere ulike måter å kommunisere, uten bruk av ord. Det kan være alt fra ansiktsuttrykk (kinesikk), og ulike gestikuleringer (gestikk), til stemmebruk og tonefall (paralingvistikk), klær (adaptologi) og plasseringer og avstand (positurologi) (Øyslebø, 1988). Gestikulering er spontane og ofte ubevisste bevegelser, som regel ved bruk av hender og armer, som brukes når vi snakker (McNeill, 1992). Den vanligste formen for ikke-verbal kommunikasjon er kroppsspråk. Kroppsspråk innebærer kort fortalt alt som kan sees på en person, både bevegelser, holdninger og uttrykk. Kroppsspråket forteller mer enn man kanskje tror, og kan si mye om en person (Malt, 2022). Hvordan man møter andre, og hva kroppsspråket forteller, har stor innvirkning på hvordan budskapet blir oppfattet av andre. Innen den ikke-verbale kommunikasjonen vil jeg i denne studien ha størst fokus på lærerens og elevenes gestikuleringer, samt lærerens positurologi. Mer konkret proksemikk, altså lærerens plasseringer i klasserommet.

Proksemikk er en teori utviklet av Edward T. Hall (1959) som studerte hvilken påvirkning fysisk avstand har på kommunikasjon og interaksjoner. Han utarbeidet fire sosiale soner, kjent som intimsone (0-45cm), personlig sone (45-120cm), sosial sone (120-370cm) og offentlig sone (fra 370cm) (Hall, 1959). I tillegg til lærerens gestikuleringer, skal jeg se nærmere på om læreren plasseringer i klasserommet, og hvordan hen beveger seg rundt, ser ut til å ha en innvirkning for elevenes deltakelse i undervisningen.

Språket er nødvendig for å kunne etablere og tilegne ny kunnskap (Vygotsky, 2000). I matematikk er det blant annet like verdifullt å vite hvordan matematisk kunnskap blir uttrykt ikke-verbalt, som verbalt, av både elever og lærere (Alibali & Nathan, 2012). I Krause og Farsani (2022) sin forskning undersøkes gestikuleringens rolle hos tospråklige elever i matematikk. De påpeker flere fordeler ved å bruke gestikuleringer, og fant blant annet ut at lærerens bruk av gestikuleringer flere ganger bidrar til at mer blir sagt og forstått enn det som sies med ord (Krause & Farsani, 2022). NDLA (Nasjonal digital læringsarena) hevder på sin side at det beste grunnlaget for læring er god kommunikasjon mellom lærer og elev (Federl, 2018). Hva god kommunikasjon innebærer kan diskuteres, men god kommunikasjon vil i stor grad innebære forståelse og tydelighet, som antakelig kan bidra til økt engasjement og deltakelse blant elevene.

## 2.2 Matematisk tilnærming

I de observerte matematikktimene har elevene hatt om overflateareal og volum av ulike figurer. Først prismer, så kjegle, pyramide og kule. Overflateareal er en form for plangeometri, mens volum går under romgeometri. Plangeometri innebærer geometri på samme plan, i to dimensjoner (Aarnes, 2023a). Romgeometri er geometri i tre dimensjoner (Aarnes, 2023b). Med andre ord er romgeometri alt vi omgås og kan ta på, mens plangeometri kun kan sees ved eksempelvis en todimensjonal tegning eller et bilde.

Selv om dette ikke er en lærebokanalyse, har jeg valgt å undersøke hvordan plan- og romgeometri blir forklart i tre ulike lærebøker i matematikk for 9. trinn. I elevenes lærebok, *Matematikk 9*, blir ikke plan- og romgeometri spesifikt forklart, men det kommer likevel tydelig fram at det dreier seg om henholdsvis to- og tredimensjonale figurer (Hjardar et al., 2020). Jeg undersøkte også hvordan det ble forklart i *Maximum 9* og *Matemagisk 9*. Førstnevnte forklarer plangeometri som geometri i to dimensjoner, som betyr at alle figurene er flate. Romgeometri forklares som geometri i tre dimensjoner, altså alt vi omgås og kan ta på (Tofteberg et al., 2021). *Matemagisk 9* forklarer heller ikke forskjellen. Lærebøkene viser til forskjellig informasjon og ønsket kunnskap, som kan gi et ulikt utgangspunkt for undervisning. Lærerens valg i undervisningen vil derfor kunne spille en stor rolle for elevenes forståelse og læring, og dermed også deltakelse og engasjement.

### 2.2.1 Semiotikk

Semiotikk i matematikkundervisning har også et stort fokus i denne studien. Semiotikk er læren om tegn (Svendsen, 2023). Tegn kan innebære mye, og det er forskjellig hva teorien sier om tegn. Det er en generell enighet i at tegnene skal vise til noe annet. I dette tilfellet går det ut på bruk av tegn som meningsskapende, altså forholdet mellom tegn og mening (Alseth, 2003). For å knytte det til kommunikasjon, innebærer det hvordan bruk av tegn både kan bidra til mening, og om det kan gjøre matematikkundervisningene mer engasjerende.

Også relasjonene mellom tegnene er betydningsfulle. Mennesker er unike når det kommer til å kunne se, høre og forstå både verbale og ikke-verbale budskap (Fatemi, 2014). I motsetning til objekter i naturfaglige fag, eksisterer matematiske objekter kun i form av kognitive ideer. Semiotiske representasjoner er derfor en måte som kan uttrykke og representere objektene (Duval, 2006). Representasjonene kan deles inn i interne og eksterne representasjoner. Interne representasjoner er kognitive representasjoner man ser for seg til objektet. Eksterne representasjoner er fysiske representasjoner, i form av



hva man enten kan se, høre eller ta på (Mainali, 2021). Jeg vil i denne studien fokusere på de eksterne semiotiske representasjonene som kan innebære både visuelle representasjoner som tall, figurer og symboler, og kommunikasjonen som skjer samtidig. Likevel diskuteres utviklingen av elevenes interne representasjoner. Hvordan representasjonene brukes for å formidle budskap, tanker eller meninger kalles semiotisk mediering (Hasan, 2002).

### 2.2.2 Matematiske konkreter

Bruken av matematiske konkreter kan være relevant å se på i forbindelse med lærerens kommunikasjon. Det er ulike definisjoner på hva matematiske konkreter innebærer. Noen mener at det kun innebærer fysiske konkreter man kan se og ta på, og andre at det også kan innebære digitale og virtuelle konkreter som kan vise noe på en annen og mer konkret måte (Rystedt & Trygg, 2010). I denne studien inkluderes tavle som en konkret. Tavlen som blir brukt er digital og interaktiv. I en studie som så på læreres og elevers ulike syn på interaktive tavler, bemerker de seg blant annet at bruk av interaktive tavler kan være med på å bidra til mer engasjerte elever (Tertemiz et al., 2014). De viser også til funn fra andre studier, hvor én av fordelene med digitale og interaktive tavler blant annet er at det er større mulighet for både deltakelse og samarbeid for elevene (Tertemiz et al., 2014).

I læreplanen for matematikk for 1.-10. trinn finner man blant annet kjerneelementet *representasjon og kommunikasjon* (Kunnskapsdepartementet, 2019). Mens kommunikasjon i matematikk innebærer elevenes evne til å bruke matematisk språk, er matematiske representasjoner måter å uttrykke matematikken på (Kunnskapsdepartementet, 2019). Kjerneelementet tar også for seg viktigheten av å kunne forklare og begrunne valg av representasjonsform, også ved å bruke et mer hverdagslig språk. Å knytte kommunikasjon til representasjon i matematikk, anser jeg derfor som relevant for hvilke valg læreren og elevene tar når de kommuniserer med hverandre.

I tillegg til å være konkrete og kontekstuelle, mener de også at representasjonene kan være visuelle, verbale og symbolske (Kunnskapsdepartementet, 2019). Elevene vil trolig kopiere mye av det læreren sier og gjør. Å bruke ulike konkreter og representasjoner i undervisning, kan bidra til at elevene også klarer å kommunisere mer rundt egne valg av representasjoner. At læreren bruker matematiske konkreter for å lære bort nye ting til elevene, vil derfor kunne bidra til å koble sammen hverdagslivet med det matematiske (Ball, 1992). For eksempel kan en fotball brukes til å representere en kule. Når elevene skal regne ut noe om en kule, kan det knyttes til fotballen, som kan være lettere å se for seg.

Det har også blitt utviklet materiell spesielt for matematikkundervisning. Szendrei (1996) omtaler dette som pedagogisk materiell. Ting som hovedsakelig brukes eller sees i hverdagen, som for eksempel en matboks eller et tre, blir ansett som hverdagslig materiell (Szendrei, 1996). Det legges vekt på at det kan skape en tettere kobling mellom matematikken og hverdagen, og selv for flere århundrer siden ble konkreter som blant annet steiner og pinner brukt for å telle (Szendrei, 1996). Opp gjennom årene har mye naturlig materiale blitt brukt til matematikk, blant annet ble kastanjer og tørre bønner brukt for å lære å telle og forstå mengder (Szendrei, 1996).

Å bruke konkreter i undervisning bidrar også til mer aktiv deltakelse, både for elevene og læreren (Ojose & Sexton, 2009). Det kan bidra til å gjøre det mer interessant, samtidig

som det kan gi elevene kjente holdepunkter, spesielt i læring av nye begreper. Det er likevel viktig å gi elevene en grunn til bruken av det. For eksempel fører ikke en fotball tankene automatisk til matematikk. Brukes derimot fotballen i matematikkundervisning om kule, vil fotballen kunne brukes for å skape matematisk mening (Ball, 1992). I klasserommet har det på den måten blitt etablert et felles språk, knyttet til kule og fotball, som kan gjøre kommunikasjonen enklere (Ojose & Sexton, 2009). Samtidig mener Edwards (2009) at det i læring av nye begreper fort kan bli for fjernt for elevene. Selv om en matematisk konkret representerer et matematisk begrep, kan det for elevene være vanskelig å skjønne helheten, når de ikke har en forståelse for det matematiske begrepet som representeres. Lærerens veiledning og språk står derfor sentralt ved bruk av konkreter i læring av nye begreper (Edwards, 2009)

## 2.3 Deltakelse og engasjement

Læreren har en viktig rolle når det gjelder elevenes matematiske deltakelse og engasjement. Det finnes bevis på at elever i elevsentrerte klasserom oftere har et større engasjement, enn mer lærersentrerte klasserom (Ellis et al., 2019). Læreren skal også legge til rette for utforskning og lærelyst, samtidig som elevene skal kunne samtale om matematikk med både lærere og medelever (Kunnskapsdepartementet, 2019). Også lærerens atferd i og utenfor klasserommet kan ha innvirkning på elevene. Det har i tidligere forskning blitt bevist at i tillegg til ulike undervisningsmetoder, spiller også lærerens atferd inn på elevenes engasjement og læring (Opdenakker & Van Damme, 2006). Ryan og Deci (2009) nevner to typer motivasjon for deltakelse i undervisning, *kontrollert ytre motivasjon* og *autonom motivasjon*. En kontrollert ytre motivasjon er når elevene føler de blir tvunget til å svare, ofte for å unngå en negativ konsekvens. Autonom motivasjon er en indre motivasjon, hvor det i min forskning eksempelvis innebærer at elevene selv ser nytten av å være engasjerte og delta i undervisningen (Ryan & Deci, 2009).

Deltakelse og engasjement i timen henger som oftest sammen. Deltakelse er som regel mulig å måle, men engasjement kan være vanskeligere å vurdere. Generelt kan man definere engasjement som å være interessert i, eller opptatt av noe, som man ofte viser ved handlinger (NAOB, u.å). I denne studien vil det bli sett på elevengasjement. Elevengasjement omhandler blant annet interesse, entusiasme og deltakelse (Havik & Westergård, 2019). Det kan være vanskelig å måle engasjement, da elever kan vise engasjement på ulike måter. For eksempel kan det å sitte framoverlent på stolen være et tegn på engasjement, samtidig som det kan være et tegn på kjedsomhet, spesielt hvis hodet hviler i hendene som lenes på pulten (Witchel et al., 2016). Jeg har derfor valgt å se på den visuelle deltakelsen og engasjementet til elevene, eksempelvis hvor de har oppmerksomheten når læreren snakker og om hender rekkes i været hvis det blir stilt spørsmål. Det er også viktig å huske at selv om oppmerksomhet og engasjement henger sammen, er det ikke det samme. Man kan ha oppmerksomhet uten å være engasjert (Witchel et al., 2016). Funnene vil derfor være preget av egne tolkninger av interaksjonene, på bakgrunn av eksisterende teori og forskning. Havik og Westergård (2019) mener at engasjerte elever følger med og deltar i klasseromsdiskusjoner, samtidig som de gir en god innsats og tydelig viser interesse.

Det er også andre faktorer som kan spille en rolle for elevenes engasjement og deltakelse i matematikkundervisning. For mange elever kan blant annet tiden på året, i måneden, uka eller på dagen ha en stor innvirkning på deres engasjement og deltakelse i undervisning (Wilson & Korn, 2007). Hvis det for eksempel nærmer seg ferie, er det

sannsynlig at fokuset er mer på ferien enn på skolen. Andre utenforstående grunner til manglende engasjement og deltakelse kan være alt fra manglende interesse, til større personlige hendelser.

Det har blitt gjort mye forskning på elevers og menneskers evne til å holde fokus, og også på elevenes toleransevidu, altså hvor mottakelige de er for læring (Brandtzæg et al., 2016). I tillegg til at vi alle er forskjellige, viser forskning til store variasjoner i hvor lenge en elev som regel klarer å være oppmerksom på det som skjer. Det er likevel én tid som flere forskere påpeker at elever i ulike aldre bør kunne klare å holde fokus, nemlig 10-15 minutter (Wilson & Korn, 2007). En undervisningstime er betraktelig lenger enn 10-15 minutter. Varieres timene i større grad, vil det trolig også være lettere for elevene å følge med i lengre tid. Hvis interessen og engasjementet ikke er til stede, minsker også ofte deltakelsen (Skinner et al., 2008).

### 2.3.1 Å lytte og vente

Å lytte til det som blir sagt kan også ansees som en form for deltakelse. Det er verdt å nevne at det å *høre* og *lytte* er to forskjellige ting, da man kan høre uten å egentlig lytte til hva som blir sagt (Rost, 2011). Videre kan lytting skilles mellom *intrapersonell* og *interpersonell* lytting. Intrapersonell lytting kan kalles *teknisk lytting*, hvor hukommelse og innhenting av informasjon står sentralt. Interpersonell lytting er en form for relasjonell lytting, hvor man lytter til *noen*, ikke *noe* (Otnes, 1999). For elever i et klasserom, står både den intrapersonelle og den interpersonelle lyttingen sentralt i undervisning, men vil trolig variere blant elevene. En del av å lytte er å respondere, noe som kan gjøres både vokalt og ikke-vokalt, og verbalt og ikke-verbalt (Otnes, 2007). Øyekontakt, kroppsholdning og hodebevegelser er typisk ikke-vokal og ikke-verbal respons. Vokal og verbal respons kan innebære alt fra korte bekræftelser som *mhm*, *ja* og *nei*, til lengre svar, mens vokal og ikke-verbal respons for eksempel kan være latter, sukk eller tonefall (Otnes, 2007). Om elevene aktivt lytter, og viser tydelige tegn til dette, kan det derfor antas at elevene er deltakende i undervisningen.

Det er mye forskning som har sett på virkningen av å gi elevene god tid etter at spørsmål blir stilt. Wæge (2015) tar i sin artikkel for seg syv samtaletrekk som verktøy i matematiske diskusjoner, inspirert av to tidligere forskninger, hvor én av disse er å *vente*. Her nevner hun først og fremst at elevene bør få minst fem sekunder til å tenke før læreren gjør noe mer. Videre presenteres et eksempel hvor to elever umiddelbart rekker opp hånden, og fra 20-45 sekunder har betydelig flere elever rakt opp hånda (Wæge, 2015). Å gi elevene tid til å tenke seg om før læreren selv sier noe, kan derfor også spille en rolle for elevenes deltakelse.

## 2.4 Tidligere forskning

Kommunikasjon i undervisning har blitt forsket mye på, både nasjonalt og internasjonalt. Det er hovedsakelig forsket på i andre fag, men også noe i matematikk. Felles for tidligere forskning både nasjonalt og internasjonalt er at det er forsket mest på den verbale kommunikasjonen, og lite på den ikke-verbale kommunikasjonen. Det er også hovedsakelig i undersøkende matematikk at det har blitt sett på kommunikasjonen i klasserommet. Av norsk forskning på ikke-verbal kommunikasjon i undervisning, er det nesten utelukkende fokusert på andre fag enn matematikk. Tidligere forskning på området er derfor hovedsakelig internasjonal forskning.

I likhet med Alibali og Nathan (2012), påpeker Farsani og Oates (2023) at det er like viktig å se på den ikke-verbale som den verbale kommunikasjonen i

matematikkundervisning. De nevner likevel at flere forskere nå har gått mer over fra den tradisjonelle forskningen som kun så på verbal kommunikasjon, til nå også å vurdere de ikke-verbale interaksjonene i klasserommet (Farsani & Oates, 2023).

På et forskningsprosjekt i Chile ble det blant annet observert at en lærers bruk av ikke-verbal kommunikasjon, økte engasjementet til elevene mer i matematikktimene enn i engelsktimene (Farsani et al., 2020). En annen forskning indikerer at lærerne bruker ikke-verbal kommunikasjon for å hjelpe elevene med å utvikle forståelse i matematikken, samtidig som det bidro til et mer avslappet læringsmiljø og større engasjement (Ramallah et al., 2019). Ved verbal forklaring av det matematiske, bidrar den ikke-verbale kommunikasjonen til økt læring, så vel som mer oppmerksomhet og deltakelse fra elevene (Ramallah et al., 2019). I en forskning fra Chicago på 1990-tallet ble det sett at det var større sannsynlighet for gjentakelse av elevene hvis det som ble sagt av læreren hadde en sammenheng med gestikuleringen som ble brukt (Goldin-Meadow et al., 1999). Elevene la også merke til at gestikuleringene ikke alltid hang sammen med hva som ble sagt, som tydelig økte deltakelsen og engasjementet i klasserommet.

Videre er det i en produktiv klasseromsdiskurs viktig at læreren gjør det hen kan for å engasjere alle elevene i klasserommet. Lærers valg av kommunikasjon spiller en stor rolle for elevenes engasjement, og kan blant annet bidra til økt visuell deltakelse blant elevene, som er en av de viktigste aspektene knyttet til ikke-verbale interaksjoner og engasjement i klasserommet (Farsani & Rodrigues, 2021). Det innebærer også å vite når og hvordan man skal oppmuntre til deltakelse. White (2003) observerte blant annet en lærer som oppfordret elevene til å vise tommel opp eller tommel ned for å besvare ja-nei-spørsmål. Læreren brukte også læringspartnere aktivt, vel vitende om at det ofte er lettere å svare på spørsmål når én og ikke alle hører etter. Lærers ikke-verbale kommunikasjon har en positiv innflytelse på elevene, og blir sett på som en viktig teknikk i undervisning (Ghorzang et al., 2021). I sin forskning oppdaget også Bambaeroo og Shokrpour (2017) at mer gjennomtenkt bruk av verbal og ikke-verbal kommunikasjon hadde en positiv effekt på elevenes humør og effektivitet i klasserommet. Et mer positivt og effektivt klasserom kan også innebære økt deltakelse og elevengasjement.

Tidligere forskning har ulike tilnærminger og hovedfokus. Foruten de fem generelle kvalitative tilnærminger til forskning, kan man historisk sett si at det er to grunnleggende tilnærminger til forskning på klasseromsinteraksjoner. Den ene tilnærmingen er ikke opptatt av utbyttet av kommunikasjonen, og ser hovedsakelig etter gjentakende mønstre (Woolfolk, 1985). Et forskningsprosjekt har undersøkt lærers kommunikasjon av en målorientert metode for læring, hvor de er ute etter å avklare og utvide en målorientert metode på ulike måter (Patrick et al., 2001). Dette er et eksempel på den første tilnærmingen, da de hovedsakelig ser etter gjentakende mønstre, og ikke er så opptatt av et konkret utbytte. Den andre tilnærmingen er opptatt av å forstå sammenhenger og utfall av noe konkret som kan observeres, og kalles ofte for prosess-utfallsparadigmet (Woolfolk, 1985). Begrepet brukes lite i dag, men er likevel det utgangspunktet flertallet av dagens forskningsprosjekt på dette feltet har, inkludert min forskning. I mitt tilfelle innebærer det å observere lærers kommunikasjon, og se hvilke sammenhenger og utfall det får for elevene i klasserommet. Et annet eksempel er Bambaeroo og Shokrpour (2017), som så på effekten av lærers ikke-verbale kommunikasjon i undervisning, hvor de fant ut at undervisningen ble mer effektiv, og man så en tydeligere utvikling av elevenes faglige kunnskap.

Videre er lærerens og elevenes gestikulering noe som i stor grad gjentas i tidligere forskning. Det er hovedsakelig gestikulering det har blitt rettet fokus mot i forskning hvor ikke-verbal kommunikasjon i klasserommet har blitt undersøkt. Roth (2001) gjennomførte en litteraturstudie hvor det ble sett på gestikuleringens rolle i undervisning og læring, knyttet opp mot en konkret undervisningstime. Det fantes da enda mindre forskning på hva gestikulering har å si for læring og undervisning, spesielt i matematikk (Roth, 2001). Selv har jeg observert at flere nyere artikler ofte henviser til eldre artikler når generelle begrep skal forklares, noe som mulig kan begrunnes i lite spredning i forskning på feltet. Eksempelvis fant jeg McNeills (1992) artikkel om sammenhengen mellom tanker og gestikulering i Alibali og Nathans (2012) redegjørelse av gestikulering i matematikk. McNeills (1992) definisjon på gestikulering er at det er ubevisste og spontane bevegelser som brukes mens vi snakker, oftest med armer og hender. Tidligere forskning henviser til flere av McNeills verk, til tross for sine tidlige publiseringsår. Flere av de tidlige verkene til Goldin-Meadow, blir også referert til i både eldre og nyere forskning.

Av det jeg har lest er det noen artikler som skiller seg mer ut. En av dem er Alibali og Nathan (2012) sin forskning på hvordan elever og lærere fysisk uttrykker seg i matematikk. De presenterer konkrete bevis på elevers og læreres bruk av gestikulering i matematikk. I likhet med flere andre forskere mener de at både elever og lærere bruker ulike gestikuleringer både bevisst og ubevisst i matematiske samtaler (Alibali & Nathan, 2012). Det er også blitt observert at lærere ofte bruker det mer bevisst når det skal læres bort noe nytt, og at elevene ofte bruker kroppsspråket til å forklare noe matematisk før de sier det muntlig (Alibali & Nathan, 2012). I 2001 ble det som tidligere nevnt skrevet en artikkel om gestikulering og dens rolle i undervisning og læring. Her ble det nevnt at det er lite pedagogisk forskning på kroppsspråkets rolle i undervisning og læring, spesielt i matematiske og naturvitenskapelige fag (Roth, 2001). Nå, over tjue år senere, er dette fremdeles tilfellet, spesielt i Norge. Flere av de nevnte artiklene nevner også at det er manglende forskning på kroppsspråkets rolle i klasserommet. Selv mener jeg at det er den største mangelen i tidligere forskning på kommunikasjon og interaksjoner i matematikklasserommet.

Det har blitt gjennomført mye forskning på både engasjement og ikke-verbal kommunikasjon internasjonalt, men ingen av de nevnte forskningene har blitt gjennomført i Norge. Mye av forskningen fokuserer på hvorfor kommunikasjon og engasjement er viktig å se på, og om det kan bidra til økt læring og forståelse i matematikk. Likevel mener jeg at det ut fra disse funnene og resultatene kan tenkes at det også kan ha en innvirkning på elevenes deltakelse og engasjement i matematikkundervisning. Av det jeg har funnet er det få som har kombinert lærerens ikke-verbale kommunikasjon og elevenes deltakelse og engasjement, i norsk forskning. Dette er grunnen til at jeg vil fokusere på denne kombinasjonen i min studie.

## 3 Metode

Min studie er som nevnt en kvalitativ studie som er gjennomført med observasjon og videoopptak av tre matematikktimer. Studiens tilnærming og datainnsamlingsmetode blir redegjort for, før det gis en beskrivelse av deltakerne. Videre beskrives metoden for analysen, hvordan dataene har blitt analysert. Avslutningsvis går jeg gjennom studiens etiske aspekter og diskuterer validiteten og reliabiliteten.

### 3.1 Forskningsdesign

Akademisk forskning baserer seg på fire hovedparadigmer, også kalt filosofiske syn eller perspektiver. Vi har positivisme og post-positivisme, konstruktivisme, pragmatisk og transformativ (Creswell, 2014). Positivismen og post-positivismen innebærer utelukkende kvantitativ forskning, og vil ved hjelp av dataene finne mønstre som kan gi en objektiv beskrivelse av den ene sannheten de har (Creswell, 2014). En pragmatisk forsker bruker en blandet tilnærming, og står mer fritt i valg av metoder og gjennomføring, og på den måten kan velge det som passer forskningen best (Creswell, 2014). En forsker i det transformativ paradigmet vil skape endring, noe som kan gjøres enten kvantitativt eller kvalitativt. Til slutt har man det konstruktivistiske, også kalt det fortolkende, paradigmet. I konstruktivistisk forskning har man en kvalitativ tilnærming, da man søker en dybdeforståelse av noe konkret (Creswell, 2014).

Min studie går inn under det konstruktivistiske paradigmet. Det er et sosialkonstruktivistisk syn hvor man tror at hver enkelt søker forståelse av omverdenen, hvor forskeren oftest ser etter noe helhetlig og komplekst ved å sette seg inn i deltakernes erfaringer og posisjoner (Creswell, 2014). Læreres kommunikasjon i klasserommet blir derfor sett på med et sosialkonstruktivistisk syn. Ønsket er å sette seg inn i og forstå hvilke valg læreren tar, og hvorfor. Samtidig blir elevenes handlinger sett på, for så å vurdere om det kan være en konsekvens av lærerens kommunikasjon eller ikke. Å forske på den verbale og ikke-verbale kommunikasjonen i matematikklasserommet innebærer også sosial kunnskap og erfaring, både hos lærere og elever. En stor andel av tidligere forskning på klasseromsinteraksjoner i matematikk har et sosialkonstruktivistisk utgangspunkt.

Videre er det fem tilnærminger til kvalitativ forskning: Narrativ, fenomenologisk, etnografisk, grounded theory og kasusstudie (Creswell & Poth, 2018). Under hver tilnærming er det ulike retninger, slik at et hvert forskningsprosjekt oftest kan plasseres til en konkret tilnærming. Min studie er en kasusstudie. Kasusstudier deles igjen inn i tre forskjellige retninger, en ekte eller intern studie (intrinsic), instrumentell studie og multippel studie. En intern eller ekte studie fokuserer på en spesiell sak hvor selve kasuset i seg selv er interessant (Creswell & Poth, 2018). Et eksempel på en slik studie kan være å følge en fremmedspråklig elev, og hans erfaringer og opplevelser knyttet til matematikkundervisning. En instrumentell studie har som mål å utforske et problem eller en problemstilling, hvor kasuset i seg selv ikke er det viktigste. Man kan for eksempel bruke en klasse til å observere og illustrere hvordan matematikkundervisning blir tilpasset flerspråklige elever. Til slutt har man kollektiv eller multippel studie, hvor man utfører forskningen på flere steder eller med ulike grupper, altså flere kasus. En multippel kasusstudie kan sees på som flere instrumentelle kasuser (Creswell & Poth, 2018). Min forskning vil derfor gå under en instrumentell kasusstudie, da klassen i seg selv ikke er det viktigste, men jeg trenger en klasse eller en gruppe elever for å kunne undersøke forskningsspørsmålet mitt.

## 3.2 Observasjon med videoopptak

I likhet med flere tidligere studier undersøkes forskningsspørsmålet mitt ved hjelp av observasjon og videoopptak i matematikkundervisning. Observasjon kan både være den eneste formen for datainnsamling, men kan også kombineres med eksempelvis intervju eller feltsamtaler (Gleiss & Sæther, 2021). Videoopptak av en utenforstående forsker, som i mitt tilfelle, er den mest brukte og anerkjente metoden i forskning som omhandler sosiale interaksjoner i klasserommet (Araya et al., 2016). Araya et al. (2016) legger likevel vekt på at analyseprosessen med en slik metode er tidkrevende, og har ofte spor av forskerens partiskhet. I deres forskning brukes derimot brillor med monterte kameraer på, som filmer elevenes egne perspektiv (Araya et al., 2016). De viser også til relevante og troverdige resultater ved å bruke de mest anerkjente datainnsamlingsmetodene fra tidligere forskning (Araya et al., 2016).

Observasjon med videoopptak er valgt med utgangspunkt i hva tidligere forskning på klasseromsinteraksjoner har gjort, og hvilke funn de har fått. Det var, som allerede nevnt, en forskning i Chicago på slutten av 90-tallet som undersøkte læreres spontane gestikuleringer til det hen sa (Goldin-Meadow et al., 1999). Gestikuleringene lærerne brukte varierte, og de passet ikke alltid til det som ble sagt. Ved hjelp av observasjoner og videoopptak så de at deltakelsen og engasjementet i klasserommet økte, og elevene la merke til at lærerens gestikulering ikke alltid passet til det som ble sagt (Goldin-Meadow et al., 1999). Farsani (2015) filmet en lærers forklaring av hvordan man kan finne en ukjent vinkel i en vanlig femkant. I en forklaring av likebeint trekant peker læreren pekefingeren og langfingeren mot hvert sitt øye, muligens for å tydeliggjøre hva det betyr, og samtidig gi elevene en god huskeregel. Likebeint på engelsk er *isosceles*, som kan høres ut som «*eyesosceles*», som læreren brukte til sin fordel (Farsani, 2015). Slike eksempler er det lett å gå glipp av om det ikke tas videoopptak. I tillegg til at funnene mine blir mer troverdige med videoopptak, hjelper det meg med å ikke gå glipp av viktige observasjoner for forskningens del.

I forkant av undervisningstimene som skulle observeres, ble det ikke laget et notatskjema, men det ble tenkt nøye gjennom hva jeg skulle se etter. Timenes tema, varighet og plan ble også notert ned i starten. Underveis noterte jeg ned alt jeg la merke til, og anså som relevant. Slike feltnotater deles inn i tre ulike former. Mentale notater, skriblenotater og fullstendige notater (Gleiss & Sæther, 2021). Det ble primært brukt en blanding av både skriblenotater og fullstendige notater, alt etter hva jeg rakk å skrive ned underveis. Samtidig som læreren underviste, noterte jeg stikkord og satt av plass for å kunne utdype ved en senere anledning. Det ble derfor også brukt en form for mentale notater, ved at jeg ventet på en anledning til å kunne utdype skriblenotatene, der det ble ansett som relevant. Grunnen til at jeg ikke lagde et konkret notatskjema var for å kunne ha et mer åpent utgangspunkt for observasjonene, og ut fra notatene kunne lage en slags skisse for koder til funnene i analysen. Det kan på den måten likevel ansees som et slags notatskjema med åpne kategorier og ulike former for koding (Krogtoft & Sjøvoll, 2018).

Observasjonene ble gjennomført på en distansert og semistrukturert måte, slik at funnene i større grad kunne styres av hva som faktisk skjedde underveis i undervisningen (Gleiss & Sæther, 2021). Jeg deltok ikke aktivt i timen, men hadde rollen som observatør. Å benytte ikke-deltakende observasjonsmetoder er aktuelt i studier av menneskers atferd, som her elevenes klasseromsatferd (Krogtoft & Sjøvoll, 2018). Jeg som forsker vil på den måten ikke kunne påvirke elevenes atferd i timene i større grad enn at jeg er til stede. I en slik studie, hvor det blir sett på interaksjoner i klasserommet,

er likevel ikke observasjon nok. Av den grunn ble det også tatt videoopptak av undervisningstimene, som i likhet med lydopptak er en vanlig kombinasjon med observasjon (Thagaard, 2002).

Når det blir tatt med et videokamera inn i klasserommet som skal filme læreren og elevene, kan det påvirke både funnene og resultatene. Deltakerne blir ofte bevisste på at det står et kamera i klasserommet, og kan derfor oppføre seg annerledes (Krogtoft & Sjøvoll, 2018). Likevel mener jeg at det var nødvendig med videoopptak for å kunne få med all kommunikasjonen som foregikk i timene. Samtidig vil det gjøre funnene mer troverdige ved at jeg har fått sett på opptakene flere ganger, i stedet for kun i timen (Gleiss & Sæther, 2021). Jeg valgte å ha en samtale med læreren etter den andre timen som ble observert, hvor hen blant annet bekreftet at det ikke ble merket noen forskjell på elevene. Læreren uttrykte også at hen heller ikke lot seg påvirke av kameraet.

Gleiss og Sæther (2021) diskuterer også nytten av å besøke skolen og elevene i forkant av for eksempel individuelle intervjuer og fokusgrupper. Selv om det skulle observeres og tas videoopptak av matematikktimer, valgte jeg å delta i én matematikktime i forkant av innsamlingen. Både for å informere elevene om deltakelse i prosjektet, men også bidra til å ufarliggjøre at jeg skulle observere og filme noen matematikktimer. Ved at jeg gikk rundt i klasserommet og hjalp til på lik linje med læreren, fikk de muligheten til å kunne spørre meg om både det matematiske og om studien. Flere virket å være positive til deltakelse etter timen, enn før timen. Selv om elevene kan ha oppført seg annerledes også i den timen jeg deltok i, vil jeg likevel påpeke at det ikke var noen merkbar forskjell på elevene når jeg kun deltok og når det ble tatt videoopptak. For å ufarliggjøre situasjonen viste jeg frem kameraet og demonstrerte tiltenkt bruk, som virket å ha en betryggende effekt.

Tidsaspektet i studien kan også ha en innvirkning på funnene i analysen. Jeg skulle i utgangspunktet observere to lærere med tilhørende klasser. Her var det tenkt at hvert klasserom skulle observeres i 3 – 5 undervisningstimer á 45 min. Begrunnelsen her var at det på første opptak ofte er få funn, grunnet at deltakerne påvirkes av både kameraet og meg som forsker. Samtidig ville det blitt for mye å analysere om det skulle blitt observert mer enn 5 timer per klasse (Gleiss & Sæther, 2021). På skolen jeg endte opp med, hadde de undervisningstimer á 75 min. På bakgrunn av at jeg hadde deltatt i én matematikkundervisning fra før, landet jeg på å filme tre matematikktimer. Voigt (1994) mener at kommunikasjonsmønstre er rimelig stabile, noe som støtter valget mitt med å observere tre matematikktimer. Etter endt filming ble det likevel avtalt med lærer at jeg kunne komme tilbake for å filme mer, dersom det ble behov for det. De to første opptakene ble gjennomført i første time to tirsdager etter hverandre, i tillegg til siste time en torsdag. Jeg fikk derfor observert ulike tidspunkt i uken, som også viste at det var en mer energisk gruppe på torsdagen enn de to tirsdagene. Dette var elevenes faste timer med matematikk.

1. Time	06.02	Tirsdag	08:15 – 09:30
2. Time	13.02	Tirsdag	08:15 – 09:30
3. Time	15.02	Torsdag	12:15 – 13:30

**Tabell 3-1: Oversikt over de observerte matematikktimene**



### 3.3 Utvalget av deltakere

For å kunne gjennomføre studien var jeg avhengig av én eller flere matematikklærere, med tilhørende klasser, som ville delta. Studien som i utgangspunktet ble godkjent, var å observere to matematikklærere i hver sin klasse. Jeg startet med å ta kontakt med et par av mine tidligere praksislærere, som ga meg noen aktuelle kandidater, men ønsket ikke å delta. Læreren som til slutt svarte ja var en tilfeldig lærer jeg fikk kontakt med etter jeg tok direkte kontakt, og etterspurte matematikklærere på ulike skoler. Gleiss og Sæther (2021) påpeker at det ofte er få positive svar på slike henvendelser, og at det derfor er lønnsomt å ta kontakt med flere personer enn det som trengs i utvalget. Det var noe jeg selv erfarte, så grunnet lite interesse for deltakelse blant lærere, fikk jeg kun én lærer som ønsket å delta. For å kompensere for dette har jeg valgt å filme én time ekstra i denne klassen enn først planlagt.

#### 3.3.1 Lærer

Læreren jeg har forsket på er en ung matematikklærer med mye engasjement, hvor timene jeg har observert har vist en engasjert og kreativ lærer som er glad i faget sitt. Kreativ var også lærerens første svar på hvordan hen vil beskrive seg selv som lærer. Timene har inneholdt flere elementer, og konkrete har blitt brukt til praktiske oppgaver. Læreren kommenterte selv at timene ofte inneholder «mye greier». For eksempel skulle elevene lære å regne ut volum av pyramider og kjegler. Læreren hadde derfor med seg kjegler som elevene trolig kjenner igjen fra kroppsøvingstimene. Kjeglene hadde en kvadratisk kant nede, og resten er kjegleformet. Elevene kunne på den måten bruke kjegla til å regne ut volumet av både kjegle og pyramide, alt etter om de brukte kvadratet eller sirkelen som utgangspunkt. Det ble også tatt med desilitermål slik at elevene kunne måle opp og selv sjekke om de hadde funnet riktig volum på kjegla. Læreren begrunnet dette etter timen med at hen vil gi elevene noen konkrete holdepunkter. Som i dette tilfellet, at pyramide og kjegle kan knyttes til en gymkjegle, og at for eksempel en fotball kan tilsvare en kule. I timen jeg deltok i før opptakene ble tatt, hadde læreren også med sylinderformede hermetikkbokser, når elevene skulle arbeide med volum og overflateareal av sylinder. Hermetikkboksene ble også brukt i den andre timen som ble filmet.

Læreren synes det er gøy å planlegge litt annerledes opplegg, og er en forkjemper for aktive matematikktimer hvor hen selv snakker minimalt. I løpet av sine fem år som lærer har hen erfart at mye snakking fra lærerens side, og mye ensidig arbeid, gir lite utbytte for både lærer og elever.

#### 3.3.2 Elevene

Skolen jeg besøkte for å samle inn dataene, er i likhet med stadig flere skoler en teambasert skole. Det vil si at lærerne jobber i team, hvor teamene ofte er knyttet til trinnene (Aas & Paulsen, 2017). På denne skolen er hver klasse et team, bestående av omtrent 60 elever. Elevene blir på daglig basis delt inn i to ulike undervisningsgrupper, hvor sammensetningen av elevene varierer med jevne mellomrom. Dette har de valgt å gjøre for å fremme samarbeid og fellesskap.

Et trygt læringsmiljø er med på å utvikle både læring og sosiale aspekter. I norsk skole skal det utvikles et inkluderende og støttende fellesskap (Kunnskapsdepartementet, 2017). I denne klassen har de fokusert på et trygt og godt miljø siden de startet på ungdomsskolen, de går nå i 9. klasse. Samarbeid har stått sentralt, og lærerne forventer nå at elevene skal kunne samarbeide med alle. Det var derfor mulig å dele elevene inn i

midlertidige grupper under opptakene, hvor kun den ene gruppa ble filmet. Å midlertidig endre på sammensetningen av elevene anser jeg derfor som en god løsning, som heller ikke påvirker undervisningen.

I den første timen som ble filmet var det litt under halvparten av elevene som hadde samtykket til å delta. Flere elever uttrykte at de ville være med, men at samtykkeskjemaet lå igjen hjemme. De to neste timene var det derfor flere elever til stede, med 32 elever den siste timen (se tabell 4-1).

### 3.4 Metode for analyse

For å analysere dataene skal lærerens kommunikasjon sees på i sammenheng med elevene. Dette gjøres først ved å bruke en tematisk analyse. En tematisk analyse består av seks faser, hvor hver fase er et steg videre i analysen (Braun & Clarke, 2006). Jeg har derfor startet med å bli kjent med datamaterialet, og notert ned det jeg har sett på som interessante og relevante funn. All relevant kommunikasjon har blitt skrevet ned, både det verbale og ikke-verbale. Altså alle relevante handlinger i undervisningen som kan indikere en form for kommunikasjon. Det ble først gjort i et skjema, hvor jeg hadde ett skjema til hvert opptak. Videre samlet jeg funnene, og plasserte dem i ulike grupper. Gruppene er med utgangspunkt i datamaterialet, og ikke forhåndsbestemt. Det er derfor blitt tatt i bruk en induktiv analysemetode med empirinær koding (Gleiss & Sæther, 2021). Disse ble justert underveis, slik at hver kode var plassert i riktig gruppe. Gruppene ble så navngitt og definert, før selve skrivingen av analysen startet, som er siste fase i en tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006).

Selv om det ble brukt en induktiv analysemetode for kodene, ble en mer deduktiv metode brukt i defineringen av kodene. Det vil si at kodene ble funnet med utgangspunkt i datamaterialet, men for relevansen sin del, ble kodene definert med utgangspunkt i eksisterende teori. Totalt sett har jeg derfor brukt en abduktiv analysemetode, hvor jeg både har tatt utgangspunkt i datamaterialet og i eksisterende teori, i utforming av kodene.

Jeg endte til slutt opp med to hovedkategorier, *lærerens kommunikasjon* og *elevenes deltakelse*. Begge kategoriene består videre av fem koder hver. Selv om mye henger sammen, har jeg valgt å dele det opp for å tydeligere skille hva læreren faktisk gjør i sin kommunikasjon, og hva som ser ut til å bidra til mer deltakende og engasjerte elever. I diskusjonskapittelet blir funnene derimot diskutert på tvers av hverandre, slik at de kategoriene som blir benyttet i analysen, er flere enn i den påfølgende diskusjonen.

#### 3.4.1 Transkripsjon

Som allerede nevnt har all relevant kommunikasjon fra de tre matematikktimene blitt transkribert. Transkripsjonene har linjenummer, i tillegg til at det vises til hvem som snakker. Jeg har valgt å ikke gi elevene navn, da det ikke er relevant hvilke elever som sier og gjør hva. De blir derfor omtalt som *elev*, i interaksjoner med flere elever står det eksempelvis *elev 1* og *elev 2*. *Elev 1* er første eleven som svarer ved større samtaler, slik at elev 1 ikke er den samme hver gang. Alt som blir sagt står skrevet i vanlig tekst, mens alt ikke-verbalt blir skrevet i hakeparentes []. Pauser på 2-5 sekunder vises til slik: (pause). Tre prikker ... brukes i situasjoner hvor læreren enten blir avbrutt av seg selv eller elevene, og ved pauser på 1-2 sekunder. Intonasjoner og følelsesuttrykk har ikke blitt tatt med i transkripsjonene, men i situasjoner hvor det anses som relevant at flere ler eller at det blir hvisket lavt, skrives også det i hakeparentes [], hvor det kommer tydelig fram hva det gjelder (Kvale & Brinkmann, 2015). Språket har blitt ivaretatt så

godt det lar seg gjøre ved at det muntlige språket har blitt bevart, men det er skrevet på bokmål, ikke dialekt. For å gjøre det mer oversiktlig har jeg valgt å skrive tallene som blir sagt som eksempelvis 3,5, ikke *tre komma fem*. I vedlegg 1 har det blitt lagt ved et lengre utdrag fra transkripsjonen av den første timen, for å kunne se mer helheten av transkripsjonene, men viser her til et kort eksempel:

190	Lærer	Er du enig? [nikker mot en elev]
191	Elev 2	3,5
192	Lærer	Ja! (pause) 3,5. Hva med dere? [peker på et nytt par]
193	Elev 3	Cirka 3,5

### 3.5 Forskningsetikk og behandling av personopplysninger

Som forsker har man forskningsetiske forpliktelser man må forholde seg til. De forskningsetiske retningslinjene endres i tråd med samfunnet, men det er likevel tre forskningsetiske prinsipper som gjelder uansett. Informert samtykke, konfidensialitet og anonymisering og å unngå negative konsekvenser for deltakerne (Gleiss & Sæther, 2021). Et informert samtykke skal inneholde god informasjon om studien, og det skal være frivillig og dokumenterbart. For å avklare for deltakerne hva studien innebærer, har det blitt utdelt et informasjonsskriv med samtykkeskjema til lærer (Vedlegg 2) og et til elever og foresatte (Vedlegg 3), som tar for seg hva, hvordan og hvorfor studien gjennomføres. Her informeres det også om at all data anonymiseres, at studien er meldt inn til og godkjent av Sikt, og at alle krav knyttet til håndtering av personvern blir fulgt. Sikt, tidligere NSD, er kunnskapssektorens tjenesteleverandør og skal blant annet sikre en åpen og trygg forskning (Sikt, u.å.) Begrunnelsen av å informere om Sikt og datahåndtering i informasjonsskrivet er først og fremst for å følge de forskningsetiske prinsippene, men også for å ufarliggjøre det å delta i min studie. Det er likevel relevant å overveie hva som er viktig å informere om i første omgang, da for mye informasjon på en gang fort kan bli overveldende (Gleiss & Sæther, 2021). Jeg møtte derfor elevene og forklarte det så enkelt som mulig, samtidig som de fikk med seg skjemaene hjem hvor resterende informasjon sto. Alle deltakere har måttet skrive under på samtykket selv, i tillegg til at elevene måtte ha en av foresattes underskrift for at det skulle anses som et gyldig samtykke. Som nevnt hadde jeg også med kameraet som elevene fikk se var veldig lite, noe som tydelig ufarliggjorde situasjonen for flere elever. Kameraet er lånt av NTNU, som også er et krav for å sikre personvern.

Studien ble som nevnt meldt inn til, og godkjent av Sikt, hvor alle krav og retningslinjer er fulgt. Med bakgrunn i at kun læreren er over 16 år, har jeg valgt å følge anbefalingen til Sikt som sier at man bør ha en *fortrolig* konfidensialitetsklassifisering. Det betyr at dataene skal ha strenge tilgangsrettigheter og høy beskyttelse (Sikt, u.å.). All data er derfor lagret på en av Sikt og NTNU sine godkjente lagringsområder for fortrolig data. Med bakgrunn i at jeg ikke vet navnene på elevene, og heller ikke trenger å vite hvem som har sagt og gjort hva, har jeg valgt å lagre samtykkeskjemaene som de er, men på et annet sted enn videoopptakene. Det har derfor ikke blitt laget koblingsnøkkel for anonymisering av elevene i dette tilfellet, da det ikke anses som relevant (Sikt, u.å.).

Én ting som ble kommentert av Sikt, var hvordan det skulle løses i praksis hvis det var elever som ikke ville delta, for at de ikke skulle få noen negative konsekvenser. I tillegg til at det ikke skal gå ut over undervisningen, la de vekt på at det ikke skal kunne oppleves som sosialt stigmatiserende. For å sikre at de elevene som ikke har samtykket til å delta i prosjektet ikke skal føle at det er sosialt stigmatiserende, ble de delt inn i nye, midlertidige grupper. Det vil si at i matematikktimene som har blitt observert og

filmet, har elevene midlertidig blitt delt inn i nye undervisningsgrupper, slik at de som har samtykket til videoopptak er samlet i én gruppe og resten i den andre gruppa. Dette var lærerens forslag, og med utgangspunkt i at elevene er vant til å bytte på gruppene til vanlig, anså også jeg dette som en god løsning. Alle har på den måten fått samme undervisning, og ingen har blitt «hengt ut» for å ikke delta.

I en slik forskning vil det likevel være et synlig skille mellom de som deltar og de som ikke deltar, men grunnene til at man ikke deltar kan være mange. I tillegg til at jeg møtte elevene, og delte ut informasjonsskrivet med samtykkeskjemaet til elevene, sendte også læreren ut en melding med informasjonsskrivet og samtykkeskjemaet til alle foreldre og foresatte i klassen. Viktigheten av å fylle ut og sende med tilbake ble påpekt både her, og i en ny påminnelse noen dager senere. Det ble også nevnt at det skulle gis beskjed til læreren dersom noen var totalt eller absolutt imot deltakelse. Alle elevene har derfor fått den samme informasjonen uavhengig om de var på skolen den dagen eller ikke. Det var ingen som var totalt eller absolutt imot deltakelse, som kan bety at de som ikke hadde levert samtykkeskjema enten ikke ville delta, eller at de rett og slett bare kan ha glemt å levere det inn. Jeg valgte å spørre læreren om hans synspunkt knyttet til elevenes tanker om inndelingen. Det ble da bekreftet at læreren hverken trodde eller hadde hørt at noen anså det som negativt og ekskluderende.

### 3.6 Validitet og reliabilitet

Studiens validitet og reliabilitet har blitt tatt hensyn til underveis i arbeidet. Et annet ord for reliabilitet er pålitelighet, mens validitet kan ses på som gyldighet. Validitet og reliabilitet kan derfor sees på som studiens troverdighet (Gleiss & Sæther, 2021). Reliabilitet brukes til å vurdere kvaliteten på forskningsprosessen, mens validiteten vurderer kvaliteten på forskerens fortolkninger og konklusjoner av datamaterialet og datamaterialet i seg selv (Gleiss & Sæther, 2021). I en sosialkonstruktivistisk forskning er reliabiliteten preget av gjennomsiktigheten i analysen. Det er viktig å vektlegge balanse og inkludering av alle perspektiver i analysen, og på den måten også triangulere mellom ulike metoder og kilder (Gleiss & Sæther, 2021). Når det gjelder validiteten av studien, har det blitt tatt hensyn til flere elementer underveis i arbeidet. Det første jeg gjorde var å endre studien til å kun omhandle deltakelse og engasjement, fremfor hvordan det kan påvirke læring. Jeg har også satt meg inn i tidligere relevant forskning, og sett på hva de har gjort, og brukt mye av de samme metodene selv. I en setting hvor jeg både er med som observatør og det blir satt opp kamera i klasserommet, vil det kunne ha innvirkning på datamaterialet, funnene og resultatene til slutt.

For å ikke legge noen føringer for læreren som kunne påvirke funnene i stor grad, ble læreren kun informert om at det skulle forskes på kommunikasjonen i klasserommet. Det ble informert om i informasjonsskrivet at kommunikasjonen ville bli sett på i sin helhet, men det ble ikke lagt vekt på at mitt fokus hovedsakelig var på den ikke-verbale kommunikasjonen. Det ble i samtale med læreren likevel påpekt at både den verbale og ikke-verbale ville sees på, slik at læreren var klar over hva studien innebar.

For å øke studiens troverdighet har det blitt gjort en nøye gjennomgang av stegene og valgene som er tatt underveis. Etter analysen, ble det også tilbudt en deltaker-sjekk for læreren, hvor hen fikk muligheten til å bekrefte eller avkrefte funnene. Læreren valgte å ikke gjøre dette, med begrunnelse om at det jeg har observert trolig er mer korrekt enn hen selv husker. Etter filmingen hadde jeg også notert noen spørsmål, for eksempel om hen hadde en annen oppfatning av hvordan elevene var med et kamera i klasserommet i forhold til når det ikke er der. Her ble det bekreftet at de ikke virket å være preget av

kameraet. Jeg fikk også lærerens tanker knyttet til andre aspekter i undervisning, eksempelvis bruk av konkreter.

Uansett hvor objektiv man er, vil en helt objektiv observasjon være svært vanskelig. Det vil i en slik forskning alltid være subjektive spor fra forskeren, hvor egne tolkninger vil kunne påvirke funnene (Gleiss & Sæther, 2021). Bjørndal (2002) tar derfor for seg saklig observasjon i stedet for objektiv, hvor jeg som forsker tydelig skal kunne skille mellom egne tolkninger, skildringer, evaluering og hvilke personer som observeres i hvilke settinger. Det var tydelig å se hva elevene gjorde, men grunnet at jeg ikke har snakket med dem, vet jeg ingenting om elevenes begrunnelser til hvorfor. Det vil på den måten være egen tolkning som sier noe om hvorfor de har valgt å gjøre det de gjør (Bjørndal, 2002). Jeg vet heller ikke noe om hva elevene tenker, utenom det som blir sagt i timene.

## 4 Analyse

Jeg har valgt å gi en generell beskrivelse av undervisningsøktene, før funnene presenteres. Analysen er videre delt inn i to hovedkategorier. Den første tar for seg hvordan læreren kommuniserer i timene, og hva det fører til. Med andre ord hvilke valg læreren tar. Denne kategorien er delt inn i koder som representerer de viktigste og mest relevante funnene. Den andre kategorien går i dybden på elevenes deltakelse, og hva som ser ut til å bidra til deltakelse, og ikke, blant elevene. Dette blir presentert hver for seg, men vil ha med utdrag fra interaksjonene mellom lærer og elevene for å tydeligere se sammenhengene. En slik presentasjon ble også observert i en studie gjennomført av Farsani og Rodrigues (2021) om gestikulering og proksemikk i lærer-elev interaksjoner. Det blir i noen av utdragene også vist til egne, og noe forenklete, illustrasjoner av lærerens handlinger og ikke-verbale kommunikasjon. Illustrasjonene er laget selv, ved å tegne linjer over bilder tatt fra videoopptakene. Dette er gjort for å tydeligere vise bevegelser og situasjoner, samtidig som de etiske aspektene knyttet til personvern blir ivarettatt.

Med utgangspunkt i at fokus og oppmerksomhet har sammenheng med deltakelse, nevnes også elevenes tilsynelatende fokus og oppmerksomhet. Med det menes for eksempel at når elevene følger læreren med blikket og har hodet vendt mot tavla, så kan det antas at de har en passiv deltakelse i undervisningen. Om det stemmer, både i denne studien og med utgangspunkt i teorien, vil drøftes nærmere i diskusjonskapittelet. Grunnet at kameraet sto bakerst i klasserommet, kan jeg heller ikke vite om elevene faktisk har blikket vendt mot læreren. Likevel har jeg valgt å omtale det som at de følger læreren med blikket i de tilfellene hvor hodet og ansiktet beveger seg i takt med læreren. Dette er valgt med utgangspunkt i en forskning som foregikk i Chile, hvor de så på elevenes visuelle oppmerksomhet ved hjelp av briller med kamera som filmet dit elevene beveget hodet (Farsani et al., 2020). Forskningen påpekte også forskjellen mellom å spore øyebevegelsene, og å filme hvor elevene så (Farsani et al., 2020).

### 4.1 Beskrivelse av matematikktimene

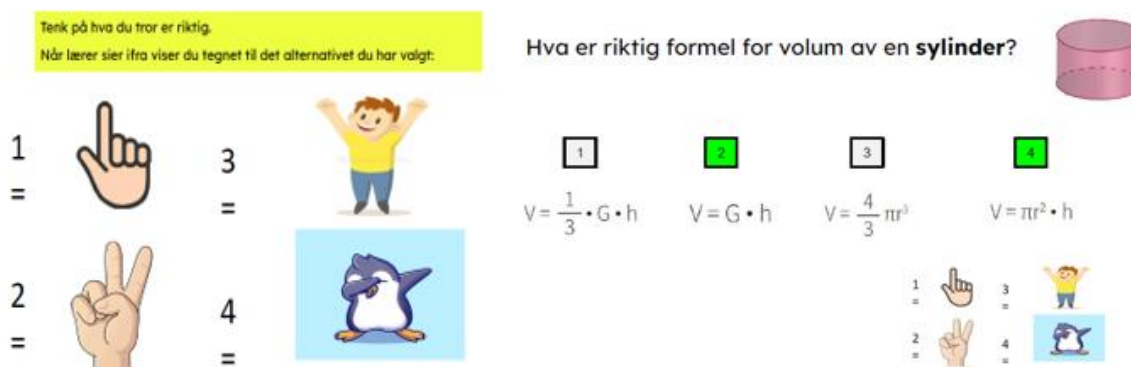
I timene som ble observert nærmet de seg slutten av kapittelet *Romgeometri*. Det overordnede kompetansemålet var «å utforske og argumentere for formler for areal og volum av tredimensjonale figurer» (Kunnskapsdepartementet, 2017). I tabell 4-1 har jeg laget en kort oversikt over timene jeg observerte. Som nevnt tidligere var det flere elever som uttrykte at de ønsket å delta, men hadde glemt igjen samtykkeskjemaet hjemme, som forklarer økningen av antall elever til stede.

DAG	TID	TEMA	ANTALL ELEVER
Tirsdag 06.02	08:15 – 09:30	Volum av kjegle og pyramide	26 elever
Tirsdag 13.02	08:15 – 09:30	Volum og overflateareal av sammensatte figurer	28 elever
Torsdag 15.02	12:15 – 13:30	Oppsummering	32 elever

**Tabell 4-1: Oversikt over matematikktimene**

Den første timen omhandlet volum av kjegle og pyramide, hvor elevene i par skulle regne ut volumet av figurene, etter å ha gjennomgått formlene i plenum. De skulle regne ut volumet ved å bruke en rund plastkjegle, med en kvadratisk kant nederst, som flere elever trolig kjenner til fra kroppsøvingstimene eller fritidsaktiviteter. Det innebar at de måtte måle kjegla, og ta vurderinger underveis. For eksempel måtte de huske å måle kvadratet for å regne ut volum av pyramide. Samtidig hadde kjegla en ekstra sirkulær kant innvendig hvor de måtte bestemme seg for om de skulle ta den ytterste eller innerste sirkelen for å regne ut volumet av kjegla. Elevene fikk også et desilitermål som de kunne bruke for å se om de hadde regnet ut riktig volum på kjegla. Volumet på pyramiden kunne ikke sjekkes på denne måten, da målene var tatt fra en kjegle og ikke en pyramide. Denne timen hadde god variasjon i kommunikasjon i plenum, parvis og én-til-en.

I den andre timen jeg observerte var det sammensatte figurer som sto på planen. Timen startet først med det læreren kaller *1234 quiz*, som ble brukt som en oppsummering og oppfriskning. Spørsmålene blir vist på tavla med fire ulike svaralternativer, hvor hvert alternativ har forskjellige tegn elevene skal vise. Figur 4-1 viser tegnene, og et av spørsmålene elevene fikk.



**Figur 4-1: Forklaring og eksempel på 1234 quiz**

Her ser man at tegnene først vises på en egen side, men også videre på alle spørsmålene. Ved enighet blant elevene blir svaret vist på tavla med en gang, og diskuteres først ved uenighet blant elevene. Riktig svar vises ved grønn rute. Her hadde læreren i utgangspunktet kun alternativ 4 som riktig svar, men la til alternativ 2 når hen så at det også var riktig alternativ. *1234 quiz* kan minne om *Kahoot*, en digital quiz hvor man som oftest har fire alternativer man svarer på ved å bruke telefon eller PC, bare at de her skal vise et tegn i stedet. Videre jobbet de med en sammensatt figur i grupper, med *vertikale tavler*. Vertikale tavler vil si at gruppene får hver sin lille tavle som kan henges på veggen, som de skal skrive på i stedet for i en bok. Figuren var en kvadratisk kube med en sylinder på toppen som de skulle regne ut volum og overflateareal av. Kommunikasjonen denne timen var hovedsakelig i gruppene, men også en del i plenum.

Den siste timen som ble observert startet med en runde *matematikk-memo* knyttet til kapitlet. Læreren hadde klipt ut lapper med ulike navn, figurer og formler. Elevene skulle i små grupper trekke to og to lapper, og hvis de to lappene de trakk hørte sammen skulle lappene beholdes av eleven som trakk. I denne timen skulle det kun være oppsummering, så timen besto av en god blanding elevarbeid og repetisjoner i plenum. Det var derfor mindre kommunikasjon i plenum enn tidligere, men mye kommunikasjon én til én og i mindre grupper.

## 4.2 Analyse av lærerens kommunikasjon

### 4.2.1 Konsekvent bruk av tegn

Noe av det første jeg la merke til var lærerens konsekvente bruk av de samme gestikuleringene. Ble det eksempelvis snakket om sylinder, tegnet enten læreren en sirkel i lufta, eller formet hendene som en sirkel. Høyden, uansett figur, ble vist ved å løfte den ene hånden rett opp. Under vises det til et eksempel om prisme. Når læreren snakket om prisme ble det alltid vist og forklart på samme måte, i likhet med formelen for å regne ut volumet av et prisme. Det første utdraget er tatt fra oppstarten av den første timen, mens utdrag 2 er tatt fra den siste timen.

Utdrag 1:

- |   |       |   |
|---|-------|---|
| 1 | Lærer | Vi kan starte med å oppsummere, så hva er det vi har gjort så |
| 2 |       | langt? Vi har jo hatt de her prismene. Prismene er samme på   |
| 3 |       | topp og bunn. [Holder armene rett fram og over hverandre,     |
| 4 |       | med håndflatene vendt mot hverandre og gir et lite dytt med   |
| 5 |       | den øverste når hen sier topp, og nederste når hen sier bunn] |
| 6 |       | Og da fant vi ut av volumet er første etasje [viser nederste  |
| 7 |       | håndflate] ganger høyden [beveger den andre armen opp og      |
| 8 |       | ned fra håndflaten]. Er alle enig?                            |

Utdrag 2:

- |    |        |  |
|----|--------|--|
| 55 | Lærer  | Prisme har vi snakket mye om. Volumet av prismet er altså          |
| 56 |        | første etasje ganger høyden [holder hånda flat og løfter den rett  |
| 57 |        | opp], eller grunnflata $G$ som det også heter. Men hva var         |
| 58 |        | definisjonen av et prisme? (pause) Prisme, hva er definisjonen     |
| 59 |        | av et prisme?  |
| 60 | Elev 1 | At det hvert fall må være to like flater                           |
| 61 | Lærer  | Ja, at to flater er like [bruker hendene for å symbolisere topp og |
| 62 |        | bunn], topp og bunn. Hva var det du skulle si? [ser mot en         |
| 63 |        | annen elev som rakk opp hånda]                                     |
| 64 | Elev 2 | Det samme, at det må være to like flater                           |
| 65 | Lærer  | Bra! Også går alle sidene rett opp [beveger hendene rett opp og    |
| 66 |        | ned et par ganger]   |

Hver gang prisme nevnes bruker læreren de samme bevegelsene, avhengig av hva som blir lagt vekt på. Som vist i figur 4-2, legges det vekt på lik topp og bunn ved å bruke håndflatene vendt mot hverandre. Høyden vises ved å bevege den ene hånden vertikalt opp og ned. Det fører til forutsigbarhet for elevene, og de vil på den måten være kjent med tegnene som brukes i forklaringene, i motsetning til hvis læreren hadde brukt forskjellige tegn hver gang.





**Figur 4-2: Illustrasjon av lærerens gestikulering av prisme**

#### 4.2.2 Bruk av tavle

Læreren bruker tavlen aktivt i undervisningene, og viser ofte til noe som allerede står der eller finner det eventuelt frem. Det gir elevene mer konkrete og visuelle holdepunkter de kan forholde seg til, og det blir observert at flere elever ser ut til å følge mer med ved at de vender hodet mot læreren og tavlen. Læreren tar også i bruk flere animasjoner i sammenheng med forklaringene. Det er eksempelvis en animasjon som viser et prisme med en pyramide i. Når animasjonen startes, brettes prismet ut og viser at det var plass til tre pyramider i prismet. Læreren stiller spørsmål direkte knyttet til animasjonen, som kan ses i utdrag 3.

Utdrag 3:

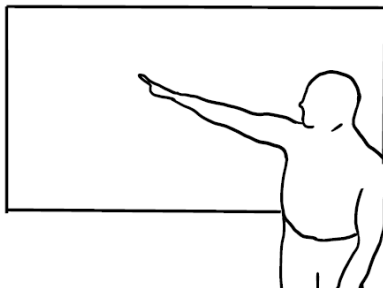
44	Lærer	[...] Hva var det
45		som skjedde med den figuren her? Jeg starta jo med [starter
46		animasjonen på nytt] et firkanta prisme [snur seg mot elevene
47		og holder armene fram og viser topp og bunn med hendene],
48		med lik topp og bunn. [Viser animasjonen på nytt] Hva skjer når
49		jeg driver og bretter den ut her? Hva kan jeg brette den ut som?
50	Elev	[Rekker opp hånda] Tre pyramider

I løpet av den tiden animasjonen ble brukt som eksempel på tavla gikk det fra at under halvparten av elevene fulgte med og responderte, til at nesten alle nikkete eller ristete på hodet til spørsmålene læreren stilte. Flere elever viste derfor tydelige tegn til deltakelse. Å nikke eller riste på hodet kan være et tegn på aktiv lytting, som derfor kan vise at elevene er deltakende i timen.

Læreren bruker også aktivt tavlen i forbindelse med gjennomganger. Mye blir skrevet opp på tavlen slik at alle ser det, og hen får elevene til å bidra med hva som skal skrives opp. Omtrent hver gang læreren snakker om noe spesifikt som står på tavla, blir det pekt på, slik at det blir lettere å se for elevene. I utdrag 4 vises det til et eksempel hvor det blir gjort en utregning på tavla. For å tydeliggjøre for elevene hva grunnflata er, pekes det på tallet 361, samtidig som det blir spurt om hva det må ganges med for å finne volumet. I figur 4-3 vises det til hvordan læreren som oftest peker på det som står på tavla.

#### Utdrag 4:

- 145 Lærer Da har vi funnet bunnen, grunnflata, funnet første etasjen.  
146 Så er det jo volumet da. Da har vi den her [peker på tallet  
147 361], 361 ganget med hva? Hva gjorde dere etter dere fant  
148 det der? [Peker på et par]



**Figur 4-3: Illustrasjon av peking på tavla**

#### 4.2.3 Forklaring til aktiviteter

Læreren bruker alltid god tid når det er en ny aktivitet eller oppgave, uavhengig av om det er noe de har gjort før eller ikke. Elevene er eksempelvis godt kjent med aktiviteten *1234 quiz*. Som man kan se i utdrag 5 er det kun noen få elever som nikker når det blir spurt om de husker tegnene, så læreren tar en gjennomgang. Flere elever begynner også å gjøre tegnene samtidig som læreren.

#### Utdrag 5:

- 1 Lærer Vi begynner å nærme oss slutten av kapittelet, eller vi er på  
2 slutten av kapittelet. Det vi skal jobbe med denne uka her  
3 [begynner å bevege seg sakte fram og tilbake i klasserommet]  
4 er når vi setter sammen forskjellige figurer. Da må vi tenke litt  
5 problemløsning, for å kunne finne ut av volum og overflateareal  
6 av den sammensatte figuren. [Går tilbake til tavla] Men jeg  
7 tenkte vi kunne starte med litt repetisjon, så vi tar en 1234  
8 quiz!  
9 Lærer [bytter til første slide av 1234 quiz]. I dag er det formler, så  
10 dere skal finne riktig formel og vise tegnene. Husker dere  
11 tegnene?  
12 Elev Ja [noen flere elever nikker]  
13 Lærer Da husker dere at alternativ 1 er sånn [holder opp én finger].  
14 Alternativ 2 er sånn [holder opp to fingre]. Tre er sånn [holder  
15 opp to knyttnever], og fire er sånn [En «dab», holder begge  
16 hendene strakt ut på samme side av hodet]  
17 [Seks elever gjør tegnene samtidig som læreren]

Også i den siste timen skal elevene ha en kjent aktivitet, matematikk-memo. For ordens skyld påpekes det at den yngste på hver gruppe skal starte, men for å være helt sikker på at minst én per gruppe har forstått det, blir stegene og de mulige parene forklart i plenum. I stedet for å si hva som skjer når man trekker to lapper som hører sammen, blir klassen spurt. Én elev rekker da opp hånda og sier spørrende at man skal beholde dem. Når aktiviteten starter, går læreren raskt bort til gruppene og enten forsikrer seg om at de har forstått, eller hjelper de i gang.

#### Utdrag 6:

28	Lærer	Den yngste starter med å ta opp to lapper [later som at hen plukker opp to lapper fra bordet og ser på de], så skal vi prøve
29		å finne to lapper som stemmer overens med hverandre. Så da
30		kan vi enten finne [leter på pulten] en figur [holder opp en lapp
31		med en figur på] og en beskrivelse eller et navn på figuren.
32		Eller dere kan finne en figur og en formel. Hvis dere finner to
33		lapper som hører sammen [tar henda og holder seg samlet
34		foran seg], hva gjør dere da?
35		
36	Elev	Beholder de?
37	Lærer	Da beholder dere de, så er det deres poeng. Så skal dere bli
38		ferdig med alle lappene. Er det forstått?
39		[minst én fra hver gruppe nikker]

Etter at læreren har satt i gang aktiviteten og går rundt for å se om alle kommer i gang, er det én gruppe som ikke har begynt. Da læreren omsider kommer bort, blir det først spurt om hva de var usikre på, hvor hen fikk litt vage svar. Hen gir derfor den samme forklaringen på nytt, og viser samtidig ved å plukke opp to lapper, ser på dem, for så å legge de tilbake. Hen forsikrer seg også om at de har forstått ved å se de begynne før hen går videre. Gruppen fortsatte etter læreren gikk, noe som kan antyde at det ikke nødvendigvis var lite engasjement, men muligens lite forståelse av aktiviteten.

#### 4.2.4 Bevegelse i klasserommet

Læreren beveger seg mye rundt i klasserommet i timene. Det er uvisst hva som er grunnen til det, men det er lett å se at det fanger elevenes oppmerksomhet. Det var spesielt én situasjon jeg la ekstra merke til, som vises i utdrag 7. Læreren spør elevene om hva som skjer, eller hva vi ser, på en animasjon som har blitt vist på tavlen, uten respons fra elevene. Læreren beveger seg da bakover i klasserommet, og spør i stedet hva figuren heter og om noen har sett en liknende figur tidligere. Da gir åtte elever et nikk tilbake, og én rekker opp hånda og svarer. Her ble det også observert at elevene fulgte læreren med blikket når hen beveget seg bakover i klasserommet, men at blikkene ofte ikke fulgte læreren tilbake til tavla.

#### Utdrag 7:

32	Lærer	[Åpner en animasjon på tavla] Se på animasjonen og fortell meg
33		hva dere ser. Her har vi et firkanta prisme [Viser animasjonen,
35		som bretter ut tre pyramider ut fra prismet]. Fortell meg hva
36		som skjedde der? Hva er det vi ser?
37		[Ingen respons fra elevene]
38	Lærer	Hva er det vi kaller en sånn her figur? [Peker på en av
39		pyramidene på animasjonen]. (pause) Ligner det på noe dere
40		har sett før? [beveger seg bakover i klasserommet, og holder
41		hendene foran seg med håndflatene opp].
42		[8 elever nikker, én rekker opp hånda]
43	Elev	En pyramide
44	Lærer	[Nikker] En pyramide ja! [Snur og går mot tavla]. Hva var det
45		som skjedde med den figuren her? Jeg starta jo med [starter
46		animasjonen på nytt] et firkanta prisme [snur seg mot elevene
47		og holder armene fram og viser topp og bunn med hendene],

48		med lik topp og bunn. [Viser animasjonen på nytt] Hva skjer når
49		jeg driver og bretter den ut her? Hva kan jeg brette den ut som?
50	Elev	[Rekker opp hånda] Tre pyramider

#### 4.2.5 Utvelgelse av elever

I undervisningene er det mye som blir gjennomgått felles. Når det blir stilt spørsmål til klassen, er det ikke alltid at noen rekker opp hånda. Det har blitt observert at læreren omtrent halvparten av gangene velger ut en elev til å svare, rett etter spørsmålet har blitt stilt. Elevene svarer alltid, og ser ikke ut til å bli stresset av å bli pekt ut på den måten. Hvis dette er noe læreren ofte gjør, kan elevene være vant til å bli spurt om å svare, selv om de ikke har rakt opp hånda. Det kan være en ytre faktor som påvirker deres deltakelse i timen, ved at de følger mer med, fordi de vet de kan få spørsmål. Utdrag 8 og 9 viser til to situasjoner hvor læreren velger ut elever til å svare.

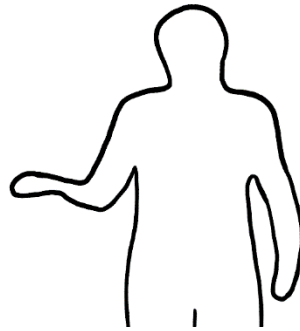
Utdrag 8:

94	Lærer	Hvis vi tar pyramiden først [peker på en formel på tavla],
95		hva er G for noe her? Det dukker ofte opp i formler, spesielt
96		når vi har med volum å gjøre. Vi har egentlig ikke brukt G så
97		mye, vi har jo pleid å skrive A i stedet. Hva er G for noe?
98		[Peker på en elev]
99	Elev 1	Det er grunnflate

Utdrag 9:

138	Lærer	[Skriver på tavla] 19 centimeter ganger 19 centimeter, hva
139		fikk dere da? [peker ut en elev]
140	Elev 5	Da fikk vi [sjekker i boka] 361
		[...]
145	Lærer	Da har vi funnet bunnen, grunnflata, funnet første etasjen.
146		Så er det jo volumet da. Da har vi den her [peker på tallet
147		361], 361 ganget med hva? Hva gjorde dere etter dere fant
148		det der? [Peker på et par]
149	Elev 3	Vi ganga det med høyden
150	Lærer	Ja, hva fant dere da?
151	Elev 3	Ehm [ser i boka] 6144
152	Lærer	En gang til, eller nå tror jeg dere har svaret på hele volumet
153	Elev 3	Åja, bare høyden. Det var 24.
154	Lærer	24. [Ser på, og nikker mot en annen elev] stemmer det?

Spørsmålene læreren stiller direkte til de utvalgte elevene er som man kan se forholdsvis enkle. Elevene nøler ikke med å svare når de blir pekt ut, og ser heller ikke ut til å bli overrasket av det. Som nevnt i teorikapittelet, finnes det flere måter å peke på. Læreren i denne klassen peker som regel på tavla med pekefingeren, men når det pekes på elever gjøres det som regel ved å vende håndflaten opp, med armen pekende i retning mot eleven (Figur 4-4). Læreren bruker også blikket til å velge ut elever, ofte sammen med et lite nikk, som vist til på linje 154, i utdrag 9. Om dette også kan være en faktor for at elevene svarer uten å nøle, vil bli diskutert i diskusjonskapittelet.



**Figur 4-4: Illustrasjon av peking med håndflaten opp**

## 4.3 Analyse av elevenes deltakelse

### 4.3.1 Oppmerksomhet ved bruk av konkreter

En interessant observasjon var elevenes visuelle respons til at læreren hentet noe konkret å vise. Det ble for eksempel hentet en kjegle i introduksjonen til arbeid med kjegle. Fem elever gikk raskt fra å ha hodet vendt mot pulten til å ha det vendt mot læreren, når de hørte at det ble plukket opp noe og sagt at de skulle regne ut volumet av kjegla. En av de samme elevene rakk samtidig opp hånda og svarte på spørsmålet om hvorfor en kjegle og pyramide ikke er et prisme. Det ble observert i flere situasjoner, at når læreren sa noe som tilsa at noe ble vist fram, løftet flere elever blikket mot læreren eller tavla. I utdrag 10 vises det til et slikt tilfelle.

Utdrag 10:

14	Lærer	Den uka her skal vi ha litt mer spesielle figurer [henter, og
15		løfter opp en kjegle fra stabelen med kjegler]. [Fem elever
16		løfter blikket]. Vi skal ha kjegle og pyramide, så nå er vi ikke på
17		prismer lenger [fortsetter å holde kjegla].
18	Lærer	Hvorfor er ikke kjegle og pyramide prisme?
19	Elev	[Rekker raskt opp hånda, og får så ordet]. Fordi bunnen og
20		toppen ikke er like store.

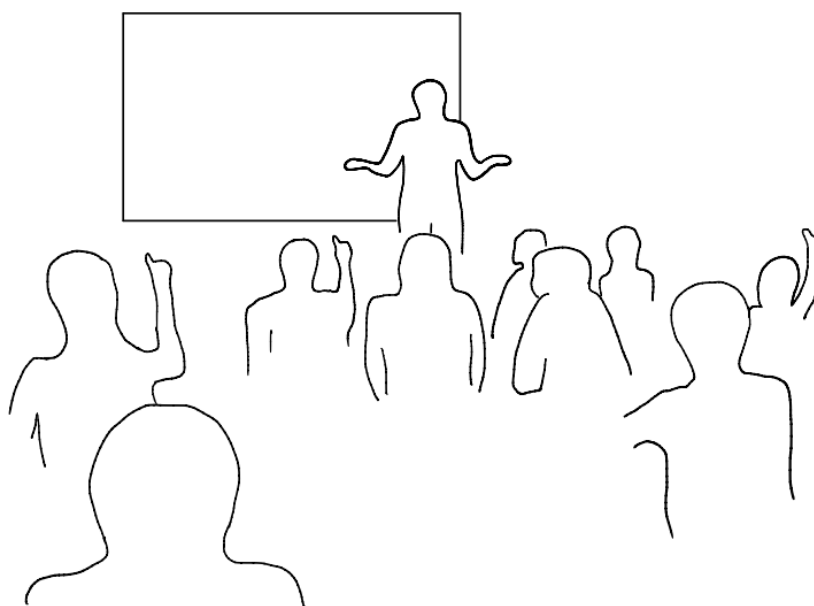
### 4.3.2 Når og hva elevene responderer på

En annen ting som ble oppdaget er på hvilke spørsmål elevene som oftest gir en respons, enten verbalt eller ikke-verbalt. På spørsmål hvor det er mer åpne svar, eller at spørsmålet ikke gir noen retningslinjer for hva svaret er, får læreren ofte lite respons fra elevene, foruten at de ser ut til å følge med. Det samme gjelder hvis spørsmålet enten er komplisert, eller at elevene virker usikre på enten spørsmålet eller svaret. Læreren endrer som regel spørsmålet i disse tilfellene. I utdrag 11 kan man se at læreren har tallene 2,2 og 6,6 i en animasjon av sylinder og kjegle på tavla. Hen begynner å spørre elevene om hvor mye større volumet er, før hen endrer tallene til 0,5 og 1,5, og på nytt spør om hvor mange ganger større volumet i sylindren er. Her ble det tatt et valg om å endre til enklere tall før spørsmålet ble stilt på nytt.

#### Utdrag 11:

65	Lærer	Så har vi sylindere. Her har jeg ikke akkurat den samme animasjonen, men skal prøve å vise dere likevel [går mot tavla].
66		Se litt på tallene her [peker på noen tall på figuren]. Her står det at volumet av kjegla er 2,2, og volumet av sylindere er 6,6. Hvor mye større er, eller jeg kan endre litt først. Klarer dere å se cirka hvor mange ganger større volumet av denne sylindere er?
67		[Endrer tallene til 0,5 og 1,5]. Hvor mye større er det sånn cirka?
68		[Tre elever rekker opp hånda]
69		
70		
71		
72		

Som vist i utdrag 11, samt i figur 4-5, var det tre elever som rakk opp hånda med én gang læreren stilte spørsmålet. Ut fra andre observasjoner i timene bruker elevene ofte mer tid på å rekke opp hånda eller respondere. Endringen av tallene, i tillegg til at de har fått mer tid til å tenke, kan ha vært en faktor på elevenes deltakelse og respons på spørsmålet. Læreren gir elevene som oftest lite tid til å svare før hen enten endrer spørsmålet, peker ut en elev eller svarer på det selv. Om det hadde vært høyere deltakelse blant elevene hvis de oftere hadde fått mer tid til å svare, kan være en interessant diskusjon senere.



**Figur 4-5: Illustrasjon av situasjonen med et utvalg elever**

#### 4.3.3 Klasseromsdiskusjoner

Det ble tatt en felles gjennomgang av funnene på volum av pyramide og kjegle, begge regnet ut med utgangspunkt i de samme kjeglene læreren hadde med til timen. Paret som ble spurt om lengden på bunnen av pyramiden svarte at lengden de hadde funnet var 7,5. Som vist i utdrag 12, begynner flere elever å titte i bøkene sine, trolig for å se hva de har fått til svar. Likevel sier ingen noe høyt før læreren spør de andre parene om de fikk omtrent det samme. Da rekker to elever opp hånda, samtidig som flere titter ned i boka, antagelig for å se hva de har skrevet. De svarer så at de har fått 19. Det fører videre til at flertallet av elevene i klasserommet engasjerer seg i diskusjonen, og ler med når læreren skjønner at noen har klart å måle i tommer i stedet for centimeter som ga de 7,5 som svar, i stedet for 19. Elevene virker å være engasjerte når det er ulikheter i

svarene, og det er større deltakelse både verbalt og ikke-verbalt. Også etter at det ble avklart hva som hadde skjedd, virket elevene interessert og påkoblet ved at det var mer respons enn tidligere.

#### Utdrag 12:

117	Lærer	Dere andre som startet med pyramide, målte dere også cirka
118		7,5?
119		[Flere titter ned i boka for å se] [to elever rekker opp hånda]
120	Elev 3	Nei, vi fikk 19
121	Lærer	[Løfter opp en kjegle og peker på den ene siden] 19 på den
122		her?
123	Elev 3	[Nikker]
124	Elev 4	Det er 19 centimeter, 7,5 er inches
125	Lærer	Aah, ja der har vi også en utfordring. [lærer og flere elever
126		ler] Dere som har de svarte og hvite målebåndene har
127		centimeter på den ene siden og inches på den andre [flere
128		elever sjekker målebåndene], så jeg skjønner det kan være
129		lett å ta feil.

Litt senere blir det et nytt spørsmål om høyden på kjegla, hvor svarene var alt fra 24cm til 28cm. Også her, i utdrag 13, var det tydelig at elevene begynte å se i bøkene sine allerede fra spørsmålet ble stilt av læreren, og enda flere når det ble sagt to forskjellige svar. Felles for begge disse situasjonene er at klasseromsdiskusjoner som oftest fanger oppmerksomheten til elevene, og flere deltar mer aktivt. For å få et endelig svar, ble det målt av læreren, med hjelp fra én elev.

#### Utdrag 13:

153	Elev	Åja, bare høyden. Det var 24.
154	Lærer	24. [Ser på, og nikker mot en annen elev] stemmer det?
155	Elev 6	Vi fikk 28 [Flere elever begynner å titte i bøkene sine]
156	Lærer	28? [Snur seg rundt mot resten av klassen] Hva fikk dere
157		andre?
158	Elev 7	26
159	Elev 4	28
160	Lærer	Ja, for hvordan måler vi høyden på en sånn egentlig? [Går
161		tilbake til tavla, henter en kjegle og setter den på en pult foran
162		i klasserommet]. Da må vi tenke litt sånn på toppen av [legger
163		hånda på toppen av kjegla] fjellet på en måte, så rett ned.
164		[drar ut målebåndet og holder det rett opp fra kanten nede på
165		kjegla]. Kan du holde hånda sånn her? [Legger håndflata på
166		toppen av kjegla og spør eleven som sitter nærmest]. [Måler
167		på nytt] Ja, jeg er enig i 28. [Skriver opp 28cm på tavla]

#### 4.3.4 Personlig eller kollektiv deltakelse

Under quizen som ble gjennomført i den andre timen jeg observerte, var det høy deltakelse blant elevene. De første spørsmålene var forholdsvis enkle, noe elevene bekreftet ved sine raske og riktige svar. På de to første spørsmålene ble det vist riktig tegn av alle elevene med én gang. Med tanke på hvor raskt elevene svarte, hadde ingen hatt tid til å se hva andre svarte, som gjør at jeg anser det som egne og selvstendige

svar fra alle. Påfølgende spørsmål så det derimot ut som at elevene nølte mer i svarene sine, ved at de brukte betydelig lengre tid på å svare. Det er uvisst om de nølte med å svare fordi de ville se hva andre svarte først, eller om de rett og slett trengte mer tid. Det var et spørsmål om formelen for volum av en sylinder. Der viste alle utenom fire elever tegn 4 forholdsvis fort, hvor to av de resterende endte opp med å vise tegn 4 mens de to andre viste tegn 2 til tross for hva de andre svarte.

Utdrag 14:

22	Elever	[Alle utenom 4 elever viser tegn 4 med en gang. To av de viser tegn to, og to av de viser tegn 4 litt etter de andre]
23		
24	Lærer	[Ser rundt i klasserommet] Er alle enige i 4 her også? Nei, noen viser 2! [tittet mot tavla]. De fleste sier 4, men to av dere viser 2. Egentlig må jeg endre fasiten, for her er jo begge to riktig.
25		
26		
27		Den ene viser bare grunnflate ganget med høyden, mens den andre viser regnestykket for grunnflaten så ganget med høyden
28		
29		[peker på de to alternativene på tavla]

I dette tilfellet var begge svarene riktig. Det kan derfor antydes at det er en variasjon i elevgruppen på om de svarer det de tror er riktig, eller om de hermer etter det de andre gjør. Det er likevel vanskelig å si om de to som valgte tegn 4 valgte det ene og alene fordi de ikke visste, eller om de tenkte at 2 måtte være feil fordi alle andre tok 4. Videre i quizen er det flere liknende situasjoner, hvor det i noen tilfeller er ganske tydelig at noen elever velger å svare det samme som andre. Heller ikke her kan jeg som forsker vite om de ville valgt det samme om de ikke kunne se hva de andre svarte, eller om de valgte det flertallet tok. Mye av dette blir derfor mine antakelser, ut fra hva jeg har observert.

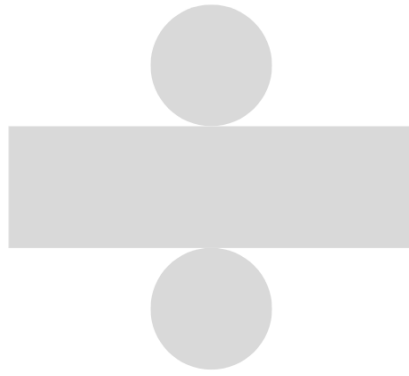
#### 4.3.5 Speiling

Når elevene jobber i par eller grupper, kan man se at de bruker mye av det samme som læreren bruker i sine forklaringer, både representasjoner og gestikuleringer. I timen jeg deltok i før opptakene ble tatt, hadde læreren med en sylinder som kunne brettes ut slik at man kunne se hvordan overflaten til sylindren så ut (Figur 4-6). I timen hvor de hadde quiz var et av spørsmålene hva formelen for overflateareal av sylinder er, hvor en elev spurte om hen kunne forklare hvorfor det var riktig formel. I forklaringen ble figuren til læreren nevnt, hvor læreren responderte med å hente den og viste den fram på nytt. Når elevene så skulle regne ut volumet og overflatearealet av en figur som var sammensatt av et kvadratisk prisme i bunn, med en sylinder på toppen, observert jeg at samtlige grupper tegnet opp en lik figur som den læreren hadde vist.

Utdrag 15:

50	Elev	Kan jeg forklare?
51	Lærer	Ja, selvfølgelig skal du få lov til å forklare!
52	Elev	[Noe utydelig start] Men formelen må hvertfall ha noe med at
53		det er to sirkler, for hvis vi bretter den ut så får vi jo den du
54		viste oss med den firkanten i midten, også en sirkel over og en
55		under. Så derfor må vi ha med to-tallene.
56	Lærer	Ja, riktig! For det må være noe med $2\pi r^2$ , vi har jo to sirkler.





**Figur 4-6: Eget eksempel på figuren**

## 5 Diskusjon

Jeg skal i dette kapittelet diskutere funnene som ble presentert i analysen. Dette gjøres med utgangspunkt i tidligere forskning og relevant teori, som ble presentert i kapittel 2. Funnene fra analysen er i diskusjonen delt inn i fire kategorier, hvor funnene blir sett på i sammenheng med hverandre. Først diskuteres mulige utfall av lærerens konsekvente kommunikasjonsvalg, etterfulgt av betydningen av lærerens holdning og plassering i klasserommet. Videre drøftes noen aspekter knyttet til elevenes ytre motivasjon for deltakelse, før jeg tar for meg en mer generell gjennomgang av hva som ser ut til å bidra til engasjerte og deltakende elever. Egne refleksjoner, samt erfaringer fra liknende situasjoner står sentralt. Avslutningsvis reflekterer jeg rundt studiens praktiske implikasjoner, etterfulgt av begrensninger og muligheter for videre forskning. Jeg vil med denne diskusjonen komme nærmere et svar på mitt forskningsspørsmål:

*Hvilken rolle har lærerens kommunikasjon på elevenes deltakelse og engasjement i undervisning av geometri?*

### 5.1 Utfall av lærerens konsekvente kommunikasjonsvalg

I all undervisning er god kommunikasjon viktig. Som diskutert i kapittel 2.1 er det vanskelig å definere hva god kommunikasjon er, men det er vesentlig at god kommunikasjon bør innebære tydelighet (Federl, 2018). Som vist innledningsvis i analysen, var læreren konsekvent i sine forklaringer, og med bruken av gestikuleringer og tegn. Jeg vil si at dette er en måte å være tydelig på i den forstand at det ikke blir mye forskjellig for elevene å ta stilling til. For elevene sin del vil en slik konsekvent bruk av både tegn og forklaringer, kunne bidra til at de selv tar det i bruk i egne forklaringer og eget arbeid (Goldin-Meadow et al., 1999). Dette var også noe jeg observerte, nemlig at elevene selv sa og gjorde mye av det samme som læreren. Både i form av muntlige forklaringer og gestikuleringer, samt representasjoner elevene ofte tegnet opp selv.

Læreren brukte alltid god tid på forklaringer som ble gitt i forbindelse med nye aktiviteter. Dette ble gjort uansett om det var kjente eller ukjente aktiviteter for elevene. Som vist i kapittel 4.2.3 hadde de *1234 quiz*. Dette er noe elevene i denne klassen kjenner godt til, men læreren forklarte likevel aktiviteten. Læreren viste tegnene, og gikk gjennom reglene for quizen, etterfulgt av en bekreftelse på at alle hadde forstått. Det ble gjort ved at alle skulle vise tommel opp, ned eller til siden. Alle viste tommel opp. I tillegg har tegnene blitt lagt ved nederst på alle spørsmålene (Figur 4-1). På den måten er tegnene alltid tilgjengelig for elevene, og gir dem konkrete og visuelle holdepunkter, som igjen kan bidra til økt deltakelse (Tertemiz et al., 2014). Ved å ha tegnene synlig til enhver tid, vil det kunne bidra til mindre usikkerhet blant elevene. De kan dobbeltsjekke hvilket tegn som skal vises til hvert av alternativene, før de viser det.

En annen fordel ved å konsekvent bruke de samme gestikuleringene og tegnene i forbindelse med det matematiske, er at det kan bidra til å utvikle elevenes interne representasjoner, altså det de ser for seg når de hører eller leser om noe spesifikt (Mainali, 2021). I forbindelse med de matematiske konkretene kan man også se på elevenes interne representasjoner. Læreren uttrykte for elevene at mye av grunnen til at hen valgte å ha med eksempelvis kjegla og sylinderformede hermetikkbokser i undervisning, var for å gi dem en slags mental huskelapp. Håpet var at når elevene for eksempel har en prøve hvor de får en oppgave om kjegle, skal de kunne se for seg kjegla de brukte i timen, for og huske hva de gjorde for å regne ut volumet. I den siste

timen hvor elevene jobbet på egenhånd, ble det observert at de seg imellom kom med kommentarer som «Her må vi gjøre det vi gjorde med kjegla» og «Når den brettes ut får vi to sirkler og et rektangel, så formelen må ha noe med 2 i seg». Det er derfor tydelig at de har fulgt med, og utviklet sine interne representasjoner, noe som kanskje ikke hadde skjedd om læreren ikke hadde brukt det i undervisning.

Det tar oss over på en annen fordel ved bruk av konkrete i matematikkundervisning, som Szendrei (1996) omtaler som pedagogisk materiell. Det var ikke vanskelig å se at lærerens inkludering av fysiske objekter i undervisningene fanget oppmerksomheten til elevene. En kjegle er noe de fleste kjenner til fra kroppsøving. Når den blir tatt med inn i klasserommet får den også en ny betydning, ved at den nå også kan bli sett på som en kjegle man kan regne ut volum av. Kjennskapen og konteksten elevene hadde til kjegla i utgangspunktet, kan ha vært en faktor for deres interesse og deltakelse, samtidig som den nå har fått en ny kontekst og betydning (Ball, 1992). Det samme gjelder hermetikkboksene som ble brukt både i timen før første videoopptak, og i timen hvor de jobbet med den sammensatte figuren, bestående av en sylinder og en kube. Flertallet av elevene kjenner trolig til hermetikkbokser i forbindelse med mat. Med det utgangspunktet kan hermetikkboksen nå ha fått en ny betydning for flere elever, ved at den også kan brukes til å regne ut blant annet volum og overflateareal.

Det var tydelig at lærerens forklaringer satte spor hos elevene. Gjentatte ganger ble det observert at elevene enten brukte de samme forklaringene, både verbalt og ikke-verbalt, eller representasjonene som læreren brukte. I den andre timen, hvor elevene jobbet med den sammensatte figuren, var det tydelig at de hadde fått med seg hva læreren hadde sagt og vist dem. Som nevnt i kapittel 4.3.5 skulle de regne ut volum og overflatearealet til den sammensatte figuren. Når de skulle regne overflaten av sylinderen, var det flere grupper som tegnet opp hvordan en sylinder ser ut når den brettes ut (Figur 4-6). Noen elever brukte kroppsspråket aktivt ved arbeid i grupper, spesielt når det ble snakket om topp og bunn på figurene. Det ble gjort på samme måte som læreren, ved å tydelig legge et trykk på hånden som enten er vendt ned eller opp foran seg (Figur 4-2), avhengig av om det var snakk om topp eller bunn. Det viser til de samme observasjonene som ble funnet i en liknende forskning, hvor de så at elevene i større grad gjorde det samme, når lærerens gestikuleringer både var konsekvente, og hadde en sammenheng til det som ble sagt (Goldin-Meadow et al., 1999).

## 5.2 Betydning av lærerens plassering og holdning

Lærerens bevegelser i klasserommet ser også ut til å ha en innvirkning på elevenes visuelle deltakelse i timen, altså at elevene ser ut til å være deltakende. Det er her snakk om hvor læreren beveger seg i klasserommet, og hvor hen plasserer seg til enhver tid. Som forklart i kapittel 4.2.4 går læreren gjentatte ganger bakover i klasserommet, samtidig som noe blir forklart. Elevene som sitter i nærheten av der hen går, løfter nesten alltid hodet og ser ut til å følge med på læreren. Om det er et bevisst valg av læreren er usikkert, men at det fører til en mer aktiv deltakelse kan antas. Dette kan diskuteres i tråd med Halls (1959) teori om proksemikk, og dens fire ulike soner. I denne klassen kan man se at læreren som regel befinner seg i den sosiale og offentlige sonen når det er felles undervisning. I individuelt- og gruppearbeid er læreren i intimsone og den personlige sonen. Basert på både denne teorien og egne erfaringer, følger man som regel mer med hvis den som snakker til deg er nærmere (Hall, 1959). For elevene foran i klasserommet, vil læreren alltid være forholdsvis nærmere, og ofte innenfor den sosiale sonen. For elevene lenger bak i klasserommet er de i den offentlige sonen, hvor det også

blir mindre personlig. Ved å bevege seg bakover i klasserommet slik læreren her gjør, vil hen få flere innenfor både den personlige og sosiale sonen, som igjen kan bidra til økt deltakelse blant elevene (Farsani & Rodrigues, 2021).

Læreren har også en visuell, åpen holdning til elevene. Når det undervises i plenum, prøver hen først og fremst å se alle. Hvis det stilles et spørsmål til hele klassen er det ofte at hen holder hendene foran seg med håndflatene opp, samtidig som overkroppen beveges sakte fra side til side. Ved å gjøre dette kan elevene føle seg sett, og føle at hen snakker til dem på et mer personlig enn overordnet nivå. Også hvis læreren selv gjør feil, eller noe ikke går som planlagt, vises følelsene ofte tydelig. Eksempelvis tok læreren hånden mot pannen, med hodet bøyd nedover, samtidig som hen ristet på hodet og lo litt forsiktig når hen innså at flere tall hadde blitt glemt i en utregning som ble gjort på tavla. Flere elever lo med når hen ironisk prøvde å legge skylda på dem, for at de ikke hadde sagt noe. Hadde elevene vært usikre på om dette ble sagt ironisk, ville de trolig ikke ha ledd med selv. Det kan tyde på at i tillegg til at hen har en åpen og rolig holdning, så er også elevene trygge på lærerens intensjoner med slike kommentarer (Utdanningsdirektoratet, 2016).

Hvis elevene jobber individuelt eller i grupper, er det ofte at læreren kommer og setter seg ned på en av pultene sammen med elevene. Å sitte på pulten har jeg observert i praksis at mange lærere forbyr. Denne læreren er mer opptatt av hva elevene lærer, så lenge det ikke forstyrrer andre. Ved at læreren møter elevene på et slikt nivå, i tillegg til at både glede og frustrasjon deles med elevene, ser også elevene mer engasjerte og deltakende ut med en gang.

### 5.3 Ytre motivasjon for deltakelse

I de observerte timene var det flere ganger læreren pekte ut elever til å svare. Som Farsani (2015) tar for seg i sin forskning, gjøres det som regel ved enten å peke med pekefingeren, vende håndflaten opp eller vende håndflaten ned, mot det eller den det pekes mot. Hvis læreren pekte, var det som regel ved å vende håndflaten opp i retning av eleven (Figur 4-4). I tillegg ble det også både nikket mot elevene, eller brukt navn. Som så vidt nevnt i kapittel 4.2.5 var det interessant å se at elevene ikke virket preget av å bli valgt ut til å svare. I praksis har jeg observert at flere elever virker usikre når de blir valgt ut, og noen vil heller ikke svare på spørsmålene. I denne klassen virket det derimot som at det var helt vanlig å bli valgt ut til å svare, og de svarte stort sett alltid, uansett om de virket sikre på svaret sitt eller ikke. Det kan tenkes at læreren har erfaring med hvilke elever som kan velges ut og ikke. Samtidig observerte jeg at i løpet av de tre timene, deltok de fleste muntlig, både frivillig og ved å bli valgt ut.

Å velge ut elever til å svare kan bidra til en ytre motivasjon for deltakelse, spesielt hvis dette er noe elevene er vant til. Med tanke på at de alltid hadde et svar på spørsmålet, kan det antas at de generelt sett har en god deltakelse i timen. Med utgangspunkt i tidligere observasjoner i praksis, har jeg sett at lærere ofte navngir elever som ser ut til å ikke følge med, for å besvare spørsmål. I disse tilfellene har elevene som oftest ikke et svar, og får i stedet beskjed om å følge med. Det har jeg ikke sett tendenser til i denne studien. Ryan og Deci (2009) omtaler det *kontrollert ytre motivasjon*, hvor elevene føler at de blir tvunget til noe, særlig for å unngå skam og skyldfølelse. Motsetningen er *autonom motivasjon* hvor elevene selv ser nytteverdien (Ryan & Deci, 2009). Læreren i mitt tilfelle mener jeg har lagt mer opp til en slags autonom ytre motivasjon, hvor elevene selv ser ut til å ha skjont verdien i egen atferd og fordelene med å delta i timene, med en positiv ytre påvirkning over tid fra læreren. Elevene i denne klassen ser

heller ikke ut til å føle på frykt, eller skam, for å svare når de blir valgt, selv om de enten ikke vet svaret eller svarer feil. I de tilfellene hvor elevene som blir valgt, ikke ser ut til å følge med, har de likevel alltid et svar. Det var tilfeller hvor læreren ble spurt om å gjenta spørsmålet, ofte med en forklaring om at de ikke skjønnte spørsmålet. Om dette faktisk var sant, eller om det ble brukt som unnskyldning, er vanskelig å vite. Likevel kan det tenkes at det stemmer, da det i de tilfellene ofte ble spurt etter konkrete tall eller utregninger, som elevene som oftest hadde et svar på.

## 5.4 Bidrar alt til engasjerte og deltakende elever?

Mer generelt kan det være lurt å diskutere på hva som ser ut til å bidra til størst respons og deltakelse blant elevene. Det innebærer både den verbale og ikke-verbale deltakelsen. Som vist i kapittel 4.3.2 er det flere valg læreren tar, og endrer på, i løpet av undervisningen. Det skjer flere ganger at spørsmålene læreren stiller, endres til enklere formuleringer, eller at tallene på animasjonen endres til tall som er enklere å bruke for å sammenligne figurene (utdrag 11).

Det kan være interessant å diskutere om elevenes muntlige deltakelse ville vært høyere om elevene oftere hadde fått mer tid til å svare. Læreren gir de ofte lite tid til å svare før hen enten besvarer spørsmålet selv, eller peker ut en elev. Det kan virke både feil og ubehagelig for en lærer å vente lenge på å få respons, og det er heller ikke noe som kan gjøres hver gang. Likevel kan det å vente litt lenger bidra til økt deltakelse blant elevene, ved at de får litt mer tid til å tenke over spørsmålet (Wæge, 2015). Læreren i denne studien ga sjeldent elevene god tid til å svare, som oftest bare 1-2 sekunder, og det var aldri over 20 sekunder, som Wæge (2015) viste at bidro til høyere deltakelse.

Selv om det ofte er lite verbal respons fra elevene, synes jeg den ikke-verbale responsen er vesentlig høyere. Selv mener jeg at det å tydelig vise at man følger med er en form for respons. Dette er også noe som påpekes i forskningen til Farsani et al. (2020), hvor de ved hjelp av briller med kamera, måler elevenes visuelle deltakelse ved å se hvor de vender hodet. Ofte gir elevene et lite nikk samtidig, spesielt ved ja- og nei-spørsmål, som om de har forstått hva som blir sagt, eller hva de skal gjøre.

### 5.4.1 Klassemiljøets rolle for elevenes deltakelse

Det ble også observert at elevenes oppmerksomhet ofte økte når det av ulike grunner oppsto større klasseromsdiskusjoner. Med klasseromsdiskusjoner menes diskusjoner som flertallet blir en del av, ikke lærerens gjennomgang og forklaringer i plenum. Som for eksempel når det i en felles gjennomgang viser seg at elevene hadde fått ulike svar, hvor flere elever begynte å titte i bøkene og på andre rundt seg (Utdrag 12 og 13). De viser til en ikke-verbal deltakelse, ved at de har fått med seg hva som har blitt sagt, samt sjekker egne bøker og andres reaksjoner (O'Connor et al., 2017). Elevene sa ingenting før læreren spurte hva noen andre par hadde fått, men ut fra lærerens kroppsspråk kan det se ut som at hen fanget opp elevene som begynte å titte i bøkene og rundt seg. Bakgrunnen til den antagelsen er at læreren hadde et slags forvirrende eller spørrende uttrykk i ansiktet, rett før spørsmålet ble stilt til et annet par som ga et annet svar.

Etter en elev påpeker at det er 19 cm som er riktig, og at den andre gruppa har målt i tommer i stedet for centimeter, svarer læreren med «aah, ja der har vi også en utfordring» samtidig som hen begynner å le. Det fører til kollektiv latter i klasserommet hvor omtrent alle ler, inkludert paret som har målt i tommer. De ser ikke ut til å være preget av at de har sagt feil svar høyt, men er mer forvirra da det tok tid før de skjønnte hva de hadde gjort feil. I tillegg til at elevene ikke virker redde for å svare når de blir

pekt ut tilfeldig, er også dette et tegn på det jeg synes ser ut som et godt læringsmiljø, hvor det ikke blir sett på som skummelt å svare feil. Med dette utgangspunktet ser det ut til at læreren aktivt har jobbet mot et godt læringsmiljø i klassen, hvor man skal bygge hverandre opp. Lærernes forventninger om at alle i klassen skal kunne samarbeide med hverandre, kan også ha hatt en innvirkning på læringsmiljøet, noe White (2003) påpeker som en viktig egenskap blant lærere.

Samtidig ble det observert at elevene virket mer usikre under *1234 quiz*, når tiden gikk og vanskelighetsgraden på spørsmålene økte. Det er likevel vanskelig å si hva som skapte usikkerheten. Som nevnt i kapittel 4.3.4 kan det være interessant å diskutere mulige grunner til hvorfor elevene virket mer usikre.

Som nevnt i analysen var det høy, og rask, deltakelse på de første spørsmålene på quizen. Det var tydelig at elevene svarte ut fra egen vilje og egne tanker, uten å bli påvirket av andre. Det kan jeg si med sikkerhet, av den grunn at de ikke snakket med hverandre før tegnene skulle vises, og alle viste tegnet så fort at det ikke ville vært mulig å se hva medelevene svarte først. Som vist i beskrivelsen av quizen, og videre utdypet i kapittel 4.3.4 var det et spørsmål som hadde to riktige svar. Både alternativ 2 og 4 var riktige, hvor sistnevnte var mer spesifikk enn alternativ 2. Der kan man, som vist i utdrag 14, se at alle utenom fire elever viser tegn 4 med en gang. To av de fire elevene viser tegn 2 kort tid etter, og de to resterende viser tegn 4. Det hadde vært interessant å vite hva som var grunnen til at de to elevene til slutt valgte å vise tegn 4. At det var fordi de selv mente det var riktig, eller at de valgte det fordi alle andre hadde valgt det. Det kan være flere faktorer og forutsetninger som kan påvirke elevenes deltakelse i undervisning.

#### 5.4.2 Forutsetninger for deltakelse

Underveis i quizen ble det stadig vanskeligere spørsmål, hvor flere elever var tregere til å vise et tegn. De elevene som viser et tegn med én gang viser også til en tydelig deltakelse, og svarer som oftest riktig. Hva som er den faktiske grunnen til at flere er trege med å vise et tegn er vanskelig å si, da jeg ikke har snakket med elevene. Jeg har likevel noen tanker om hvorfor, som jeg vil diskutere. Én mulighet kan være at de ikke vet, eller at de synes det er vanskelig. Det kan også være at de er redde for å vise feil tegn, selv om det ikke virker slik i denne klassen. Det kan være at de trenger mer tid til å tenke, eller rett og slett at engasjementet ikke lenger er der. Da jeg er interessert i å undersøke elevenes engasjement og deltakelse, tar jeg kun for meg de to siste mulighetene, tidsbruk og manglende engasjement. Denne matematikktimen var torsdagens siste time, og startet med *1234 quiz*. Denne quizen varte i 10 minutter, hvor de var gjennom syv spørsmål. Med tanke på at elevene fikk alt fra 5-15 sekunder til å tenke før de svarte, betyr det at det er mye tid igjen før vi når 10 minutter. Det var mye snakking knyttet til hvert av spørsmålene, hvor læreren hovedsakelig sjekket hva alle hadde svart, etterfulgt av spørsmål og forklaringer knyttet til spørsmålet. Det er derfor rimelig å anta at elevene etter hvert mistet motivasjonen til å være engasjerte og deltakende, når det i tillegg til mye ensidig snakking ble gradvis vanskeligere spørsmål.

Hvis dette var realiteten, kan det likevel være flere grunner til hvorfor elevene ble mindre engasjerte og deltakende, blant annet om det var fordi det ble for enkelt eller for vanskelig, eller om de rett og slett syntes det var kjedelig. Selv om vanskelighetsgraden på spørsmålene økte, er det temaer de har vært gjennom før. Elevene som ser på dette som enkelt, opplever ikke denne aktiviteten som nyttig og faglig utfordrende, som kan føre til at de ikke ser poenget med å delta (Utdanningsdirektoratet, 2021). De fleste

endte opp med å vise et tegn til slutt, men her var det tydelig at flere tittet rundt seg, og svarte det flertallet hadde svart. Det kan derfor tenkes at de gikk for en slags kollektiv deltakelse, at de ved å kopiere andre sitt svar, ser mer deltakende ut i timen. Samtidig er det viktig å huske på at nivået var vesentlig høyere her enn tidligere, så det kan også være så enkelt som at flere av elevene trengte mer tid på å svare.

Forskning viser til en forventning om at elever i ulike aldre bør klare å holde fokus i 10-15 minutter (Wilson & Korn, 2007). Selv om denne quizen varte i 10 minutter er det, som tidligere nevnt, mye som kan påvirke elevenes oppmerksomhet. Ytre faktorer, som blant annet tidspunkt, dag, humør og interesse, i tillegg til quizens spørsmål og gjennomføring, har alle en innvirkning på elevenes oppmerksomhet (Wilson & Korn, 2007). Grunnen til at dette diskuteres er at elevenes oppmerksomhet og fokus, også påvirker deres deltakelse og engasjement i undervisning. Fokuset til elevene går hånd i hånd med deres interesser og engasjement. Synker både fokuset og engasjementet, vil også deltakelsen bli mindre (Skinner et al, 2008).

Det tar oss tilbake til lærerens aktive rolle i klasserommet, og hens evne til å se elevene. De siste spørsmålene ble nemlig raskt gjennomgått, før det var overgang til ny aktivitet, hvor kjente figurer som prisme og sylinder vises på tavla. Flere av elevene som hadde begynt å henge med hodet eller fulgte med på noe annet, vendte raskt blikkene mot tavla. Det tyder på at lærerens kommunikasjonsvalg på flere tidspunkt bidrar til økt visuell deltakelse blant elevene. Når det ble sagt at de skulle bruke vertikale tavler, løftet enda flere elever hodet. Det viser at selv om de tilsynelatende ikke ser ut til å følge med, ser det ut til at de lytter til hva som blir sagt, men har en mer passiv deltakelse. Så selv om ikke alle valgene læreren tar ser ut til å engasjere alle elevene, er hen likevel god til å se elevenes behov, og tilpasser seg deretter.

## 5.5 Praktiske implikasjoner

Jeg vil også kort diskutere studiens praktiske implikasjoner, og hvorfor jeg anser min studie som relevant. For meg som framtidig lærer, og for andre lærere, mener jeg denne studien kan bidra til økt og viktig fokus på hvilke kommunikasjonsvalg som blir tatt i matematikkundervisning. Ved å selv se hvor stor innvirkning lærerens kommunikasjon hadde å si for elevenes deltakelse og engasjement i denne studien, er det helt klart noe jeg selv kommer til å sette sentralt i egen undervisning.

Å ha et tydelig kroppsspråk i undervisning er noe jeg selv har vært opptatt av i praksis. Jeg har i arbeidet med denne studien innsett i enda større grad hvor stor rolle den ikke-verbale kommunikasjonen har i undervisning. Elevene fanger opp det læreren gjør, og flere elever tar i bruk den samme ikke-verbale kommunikasjonen som læreren. Antakelig tenker flere lærere over kroppsspråket sitt, samtidig som jeg tror mange ikke er klar over hvor mye deres ikke-verbale kommunikasjon faktisk forteller.

Jeg har i løpet av studiet hørt at en lærers holdning ofte smitter over på elevene, men har tenkt at det hovedsakelig gjelder verbale holdninger, hvordan man uttrykker seg. Det er tydelig at det ikke-verbale smitter minst like mye over på elevene. Plasseringer i klasserommet er også noe som stadig har blitt nevnt, men oftest med et fokus på hvordan vi kan plassere oss i klasserommet for å ha best oversikt over alle elevene. Jeg har nå fått større innblikk i at lærerens plasseringer i klasserommet, også spiller en rolle for elevenes deltakelse og engasjement i undervisning.

Kommunikasjon blir så vidt nevnt i læreplanen, hvor blant annet et av kjerneelementene i læreplanen er *representasjon og kommunikasjon* (Kunnskapsdepartementet, 2019). Selv om det påpekes at elevene skal kunne bruke matematisk språk og representasjoner i ulike sammenhenger, nevnes ikke den ikke-verbale kommunikasjonen spesifikt. Kommunikasjon innebærer, som tidligere nevnt, både det verbale og ikke-verbale. Den ikke-verbale kommunikasjonen kan kobles til læreplanen, men det må i så fall gjøres av leseren selv, da aspektene ved kommunikasjon ikke kommer tydelig fram. Det bør derfor være større fokus på den ikke-verbale kommunikasjonen i læreplanen, for å gjøre skolen og lærerne mer bevisste på viktigheten av ikke-verbal kommunikasjon i matematikkundervisning.

## 5.6 Studiens begrensninger og videre forskning

Som redegjort for i metodekapittelet var planen å følge to matematikklærere i hver sin klasse. Det ville vært interessant å følge to lærere med motsatt lærerstil. På den måten hadde jeg kunnet sammenligne kommunikasjonen mellom lærer og elever, i de ulike klasserommene. Ved å bare følge én lærer i én klasse, er det vanskeligere å si om elevenes deltakelse og engasjement i matematikkundervisning faktisk er en konsekvens av lærerens kommunikasjon, eller om det er tilfeldig. Da to lærere ikke ble realiteten, fokuserte jeg heller på lærerens kommunikasjon med elevene og hvordan dette blir mottatt, anerkjent og besvart av elevene. Jeg sitter igjen med mange gode funn fra de tre observerte timene.

Timene ble som kjent observert og tatt opp med et videokamera som var plassert bakerst i klasserommet. Jeg synes det fungerte bra å filme undervisningstimene på den måten jeg gjorde. Det har bidratt til en troverdig analyse, ved at situasjonene har blitt observert flere ganger. Likevel ville jeg trolig ha endret det om jeg skulle gjort det igjen. Selv om kameraet fanget opp mye, har funnene sannsynligvis blitt preget av min analyse av dataene. Hadde jeg for eksempel kunnet bruke briller med kamera på, slik som Araya et al. (2016) gjorde i sin forskning, ville jeg trolig brukt det i tillegg til kameraet bak i klasserommet. Grunnet begrenset tilgang hadde jeg kun ett kamera. To kameraer er noe jeg ville vurdert om jeg skulle gjennomført det på nytt. Et kamera stående bak i klasserommet, og et foran, for å kunne se ansiktene til elevene.

Å intervjuer både lærer og et utvalg elever, er også noe jeg ville tatt i betraktning om jeg skulle utført det igjen. Det ble vurdert, men jeg valgte å kun observere og ta videoopptak av timene, da det ble ansett som tilstrekkelig og troverdig for studien. Av den grunn har jeg hatt størst fokus på elevenes visuelle deltakelse og engasjement. Underveis i prosjektet har jeg naturligvis snakket med læreren utenom undervisning, hvor jeg har benyttet muligheten til å få innsyn i lærerens tanker og refleksjoner, knyttet til klassen og matematikkundervisning. Det har vært positivt i den forstand at jeg har kunnet koble noen av funnene opp mot lærerens egne kommentarer og tanker, som har blitt sagt utenom undervisning. Funnene kan også lett bli preget av egne tolkninger, da det blant annet antas at en elev er deltakende hvis hen følger læreren med blikket. Intervju med et utvalg elever kunne redusert antall antagelser i analysen, og gitt riktigere funn. *Video-stimulated recall* kunne vært lønnsomt i denne studien, hvor utdrag fra opptakene kunne blitt brukt i intervju, for å få deltakernes tanker knyttet til noen av situasjonene (Lysberg, 2021).



## 6 Avslutning

Fokuset i denne studien har vært å se på kommunikasjonen som foregår i klasserommet i undervisning av geometri. Jeg har undersøkt hvilken rolle kommunikasjonen har i undervisning, og har med det forsøkt å finne svar på følgende forskningsspørsmål:

*Hvilken rolle har lærerens kommunikasjon på elevenes deltakelse og engasjement i undervisning av geometri?*

Det har blitt redegjort for tidligere forskning, hvor det vises til ulike konsekvenser lærerens kommunikasjon fører til. Få har sett på sammenhengen mellom lærerens kommunikasjon, og elevenes deltakelse og engasjement. Ved å se på tidligere funn på tvers av hverandre, er det likevel tydelig at lærerens kommunikasjon har en innvirkning på elevene i ulik forstand. Også i min studie mener jeg at funnene som presenteres i analysen, og videre diskuteres, tydelig viser at lærerens valg av kommunikasjon spiller en rolle for elevenes deltakelse og engasjement i matematikkundervisning.

Som vist i analysen har læreren en variert, men samtidig stabil kommunikasjon med elevene i undervisningene. Hen har en tydelig kommunikasjon med elevene, hvor det brukes mye ikke-verbal kommunikasjon. Snakkes det for eksempel om prisme, blir alltid prisme gestikulert på samme måte. Konkreter og bruk av digital tavle har også en sentral plass i undervisning. Det er tydelig at elevene legger merke til hva læreren både sier, gjør og viser frem i undervisningen. Gjentatte ganger har jeg observert at elevene selv har tatt i bruk både verbale og ikke-verbale forklaringer, samt illustrasjoner og konkreter, i eget arbeid. Jeg mener derfor at man kan se tydelige spor fra lærerens kommunikasjon blant elevene, noe jeg trolig ikke ville sett om elevene ikke var engasjerte i timene.

Når konkreter tas fram i undervisningen fanger det ofte oppmerksomheten til flere elever, og de ser med ett mer deltakende ut. Dette skjer også når læreren beveger seg rundt i klasserommet, eller når tavlen brukes aktivt. Det er vanskelig å konkludere med om det er en avgjørende rolle for elevenes deltakelse og engasjement, samtidig som jeg mener at det i analysen vises til tydelige engasjerende og deltakende tegn fra elevene. At de ofte følger læreren med blikket, svarer på spørsmål som blir stilt og selv bruker mye av lærerens forklaringer, er noen eksempler på observasjoner som viser tegn til engasjerende og deltakende elever.

På en annen side var elevene tregere med å respondere utover i quizen de hadde, som også kan ha vært av ulike årsaker. Selv tror jeg tiden som ble brukt på quizen, i sammenheng med vanskelighetsgraden på spørsmålene, hadde noe å si for elevenes gradvis synkende deltakelse og engasjement. Likevel ser læreren ut til å raskt fange opp at elevene faller mer og mer ut, ved at de siste spørsmålene gjennomgås raskere før ny aktivitet introduseres. Det ser derfor også ut som at læreren selv er klar over egne handlinger i undervisning, og tar beslutninger deretter.

At elevene ofte svarer riktig og raskt på spørsmål som blir stilt, viser også til deltakelse blant elevene. Dette til tross for at de flere ganger ser ut til å ikke følge med. Flere elever løfter hodet og blikket mot læreren når konkreter hentes fram, noe vises på tavlen eller når noe mer interessant blir sagt. Dette mener jeg også viser at elevene følger med på hva som blir sagt og gjort. De har derimot en mer passiv enn aktiv deltakelse.

Også i læreplanen nevnes relevansen av kommunikasjon i skolen, og i matematikkundervisning. I kjerneelementet *representasjon og kommunikasjon* legges det blant annet vekt på viktigheten av at elevene skal kunne delta i matematiske samtaler (Kunnskapsdepartementet, 2019). Dette er noe skolen og læreren skal legge til rette for. Det er naturlig at elevene fanger opp det læreren kommuniserer, og bruker mye av det i eget arbeid og i matematiske samtaler. Jeg ville trolig ikke observert at flere elever brukte de samme gestikuleringene og representasjonene, om de ikke hadde vært engasjerte eller deltakende. Med det utgangspunktet mener jeg det kommer tydelig frem i denne studien, at lærerens kommunikasjon i stor grad spiller en rolle for elevenes deltakelse og engasjement i undervisning av geometri.

# Referanser

- Aarnes, J. F. (2023a, 25. juni). Plangeometri. I *Store norske leksikon*. Hentet 21. mars 2024 fra <https://snl.no/plangeometri>
- Aarnes, J. F. (2023b, 23. august). Romgeometri. I *Store norske leksikon*. Hentet 21. mars 2024 fra <https://snl.no/romgeometri>
- Aas, M. & Paulsen, J. M. (2017). *Ledelse i fremtidens skole*. Fagbokforlaget.
- Alibali, M.W. & Nathan, M.J. (2012) *Embodiment in Mathematics Teaching and Learning: Evidence From Learners' and Teachers' Gestures*. *Journal of the Learning Sciences*, 21 (2), 247-286. DOI: <https://doi.org/10.1080/10508406.2011.611446>.
- Allott, N. (2023, 9. mars). Kommunikasjon. I *Store norske leksikon*. Hentet 2. november 2023 fra <https://snl.no/kommunikasjon>.
- Alseth, B. (2003). *Tegn og matematikk: en semiotisk analyse av elevers utvikling av matematisk forståelse. Vol. 2003(26)*. Høgskolen i Oslo, Avdeling for lærerutdanning.
- Araya, R., Farsani, D. & Hernandez, J. (2016). How to attract students' visual attention. Eleventh European Conference on Technology Enhanced Learning, Lyon, France. (30–41). Springer International Publishing.
- Ball, D. L. (1992). Magical hopes: manipulatives and the reform of math education, *American Educator*, 16(2).
- Bambaeeroo, F. & Shokrpour, N. (2017). The Impact of the Teachers' Non-Verbal Communication on Success in Teaching. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism*, 5, 51-59.
- Bjørndal, C. (2002). *Det vurderende øyet*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Brandtzæg, I., Torsteinson, S. & Øiestad, G. (2016). *Se eleven innenfra: relasjonsarbeid og mentalisering på barnetrinnet* (p. 160). Gyldendal akademisk.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4. utg.). SAGE publications.
- Creswell, J. W. & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry & research design: choosing among five approaches* (4. utg.). SAGE publications.
- Duval, R. A. (2006). Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics* 61, 103–131 (2006). <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Edwards, L. D. (2009). Gestures and conceptual integration in mathematical talk. *Educational Studies in Mathematics*, 70(2), 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9124-6>

- Ellis, A., Özgür, Z. & Reiten, L. (2019). Teacher moves for supporting student reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, 31, 107-132.
- Farsani, D. (2015). *Deictic gestures as amplifiers in conveying aspects of mathematics register*. In Proceedings of the 9th Conference of European Society for Research in Mathematics Education, 1382-1384.
- Farsani, D. & Oates, G. (2023). *Students' visual attention during teacher's talk as a predictor of mathematical achievement: a cautionary tale*. *Cogent Psychology*, 10 (2), DOI: <https://doi.org/10.1080/23311908.2023.2210947>
- Farsani, D., Radmehr, F., Alizadeh, M. & Zakariya, Y.F. (2020). *Unpacking the black-box of students' visual attention in Mathematics and English classrooms: Empirical evidence using mini-video recording gadgets*. *Journal of Computer Assisted learning*, 37 (3), 773-781.
- Farsani, D. & Rodrigues, J. (2021). Proxemic and nonverbal communication in classroom interaction. *Psicologia Escolar e Educacional*. 2021 (25). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-35392021229866>
- Fatemi, S.M. (2014). Semiotics, Overview. I Teo, T. (Red) *Encyclopedia of Critical Psychology*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5583-7\\_396](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5583-7_396)
- Federl, M. (2018, 23. januar). *Kommunikasjon mellom lærer og elever*. NDLA. Hentet 09.11.2023 fra: <https://ndla.no/article/16532>
- Fremmedord. (u.å.). *Kommunikasjon*. Hentet 2. november fra <https://fremmedord.org/hva-betyr/kommunikasjon/>
- Ghorzang, S., Omari, M.S. & Yahyazai, M. (2021). *The importance of Nonverbal Communication In Teaching*. *Ilkogretim Online - Elementary Education Online*, 20 (6), 3043-3051. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.06.282>
- Gleiss, M.S. & Sæther, E. (2021) *Forskningsmetode for lærerstudenter. Å utvikle ny kunnskap i forskning og praksis*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Goldin-Meadow, S., Kim, S. & Singer, M. (1999). *What the Teacher's Hands Tell the Student's Mind About Math*. *Journal of Educational Psychology*, 91 (4), 720-730.
- Hall, E. T. (1959). *The Silent Language*. Greenwich: Fawcett Publications.
- Hasan, R. (2002). Semiotic mediation and mental development in pluralistic societies: Some implications for tomorrow's schooling. *Learning for life in the 21st century: Sociocultural perspectives on the future of education*, 112-126.
- Havik, T. & Westergård, E. (2019). Do teachers matter? Students' Perceptions of Classroom Interactions and Student Engagement, *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64 (4), 488-507. <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1577754>
- Hjardar, E., Pedersen, J.-E., & Sidorowicz, M. (2020). *Matematikk 9 fra Cappelen Damm: Grunnbok* (1.utgave). Cappelen Damm.
- Kongsnes, A. L., Wallace, A. K., Ødegaard, E., Sortland, K., & Hvattum, M. M. (2020). *Matemagisk 9* (1. utgave). Aschehoug undervisning.

- Krause, C. M. & Farsani, D. (2022). More Than Words: An Integrated Framework for Exploring Gestures' Role in Bilinguals' Use of Two Languages for Making Mathematical Meaning. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. <https://doi.org/10.1007/s42330-022-00253-y>
- Krogtoft, M. & Sjøvoll, J. (2018). *Masteroppgaven i lærerutdanninga : temavalg, forskningsplan, metoder* (2. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn (MAT01-05)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05?lang=nob>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Lysberg, J. (2021). Video-stimulated recall som datainnsamlingsmetode. I F. Rusk (Red.), *Videoforskning på ulike læringsarenaer: Mangfoldig videodata i pedagogisk forskning og utvikling* (Kap. 4, s. 81–99). Cappelen Damm Akademisk.
- Mainali, B. (2021). Representation in teaching and learning mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 9(1), 1-21. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1111>
- Malt, U. (2022, 9. januar). *Kroppsspråk*. Store norske leksikon. <https://snl.no/kroppsspråk>
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago Press.
- Miller, P. W. (1988). *Nonverbal communication. Third Edition. What research says to the teacher*. National Education Association Professional Library
- NAOB, *Det Norske Akademis ordbok*. Oslo: Det Norske Akademi for Språk og Litteratur. Hentet 10. februar 2024 fra <https://naob.no>
- O'Connor, C., Michaels, S., Chapin, S. & Harbaugh, A.G. (2017). The silent and the vocal: Participation and learning in whole-class discussion. *Learning and Instruction*, 2017(48), 5-13. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.11.003>
- Ojose, B. & Sexton, L. (2009). The effect of manipulative materials on mathematics achievement of first grade students. *The mathematics educator*, 12(1), 3-14.
- Opdenakker, M.-C. & Van Damme, J. (2006). Teacher characteristics and teaching styles as effectiveness enhancing factors of classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 22(1), 1-21.
- Otnes, H. (1999). Lytting – en av de «fire store» i norskfaget. I F. Hertzberg og A. Roe (Red.) *Muntlig norsk* (s. 159-176). Tano Aschehoug.

- Otnes, H. (2007). *Følge med og følge opp. Verbalspråklig lyttemarkeringen i synkrone nettsamtaler* [Doktorgradsavhandling]. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Patrick, H., Anderman, L. H., Ryan, A. M., Edelin, K. C. & Midgley, C. (2001). Teachers' Communication of Goal Orientations in Four Fifth-Grade Classrooms. *The Elementary School Journal*, 102(1), 35–58. <http://www.jstor.org/stable/1002168>
- Ramallah, Z., Hidayat, D.R., Venus, A. & Rahmat, A. (2019). *Non-Verbal Communication of the Teacher in the Mathematical Learning Process*. International Journal of Innovation, Creativity and Change, 5 (2).
- Rost, M. (2011). *Teaching and Researching Listening* (2. Utg). Pearson Education.
- Roth, W.-M. (2001). *Gestures: Their Role in Teaching and Learning*. Review of Educational Research, 71 (3), 365-392.  
DOI: <https://doi.org/10.3102/00346543071003365>
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2009). Promoting self-determined school engagement. Motivation, learning, and well-being, i Wentzel, K.R. & Wigfield, A. (red), *Handbook of Motivation at School*. (s. 171-195). New york: Routledge.
- Rystedt, E. & Trygg, L. (2010). Laborativ matematikundervisning: vad vet vi? Göteborg: Göteborgs universitet.
- Sikt. (u.å.). *Min datahåndteringsplan (DMP)*. Hentet 2. mars 2024 fra <https://dmp.sikt.no>
- Skinner, E.A., Kindermann, T.A. & Furrer, C.J. (2008). A motivational perspective on engagement and disaffection: Conceptualization and assessment of children's behavioral and emotional participation in academic activities in the classroom. *Educational and Psychological Measurement*, 69(3), 493–525.  
<https://doi.org/10.1177/0013164408323233>
- Standal, K. A. & Hårberg, G. B. (2020, 2. mars). Verbal kommunikasjon. NDLA.  
<https://ndla.no/article/6368>
- Svartdal, F. (2020, 27. mai). *Nonverbal kommunikasjon*. Store norske leksikon.  
[https://snl.no/nonverbal\\_kommunikasjon](https://snl.no/nonverbal_kommunikasjon)
- Svendsen, L. F. H. (2023, 14. juni). *Semiotikk*. Store norske leksikon.  
<https://snl.no/semiotikk>
- Szendrei, J. (1996). Concrete Materials in the Classroom. In: Bishop, A.J., Clements, K., Keitel, C., Kilpatrick, J., Laborde, C. (eds) International Handbook of Mathematics Education. Kluwer International Handbooks of Education, vol 4. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-1465-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-009-1465-0_12)
- Tertemiz, N.I., Sahin, D., Can, B. & Duzgun, S. (2014). Views of Primary School Teachers and Students about The Interactive Whiteboard. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 186. 1289-1297. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.099>
- Thagaard, T. (2002). Systematikk og innlevelse. En innføring i kvalitative metoder (2 ed). Bergen: Fagbokforlaget.
- Tofteberg, G. T., Tangen, J., Bråthe, L. T., Stedøy, I & Alseth, B. (2021). *Maximum 9*. Gyldendal.

- Utdanningsdirektoratet (2016, 18. mars). *Relasjoner mellom elever: Lærer-elev-relasjonen og elev-elev-relasjoner*. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/skolemiljo/sosial-laring-gjennom-arbeid-med-fag/Relasjoner-mellom-elever/Larerelev-relasjonen-og-elevelev-relasjoner/>
- Utdanningsdirektoratet (2021, 8. mars). *Elever med stort læringspotensial*. Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/tilpasset-opplaring/elever-med-stort-laringspotensial/>
- Voigt, J. (1994). Negotiation of mathematical meaning and learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 275-298.
- Vygotsky, L. S. (2000). Verktøy og symbol i barnets utvikling. I K. Illeris (Red.), *Tekster om læring*. (s. 83-94). Roskilde Universitetsforlag.
- White, D.Y. (2003). *Promoting productive mathematical classroom discourse with diverse students*. *The Journal of Mathematical Behaviour*, 22 (1), 37-53.
- Wilson, K. & Korn, J. H. (2007). Attention during lectures: Beyond ten minutes. *Teaching of Psychology*, 34(2), 85-89. <https://doi.org/10.1177/009862830703400202>
- Witchel, H., Santos, C. P., Ackah, J. K., Westling, C. E. I. & Chockalingam, N. (2016). *Non-Instrumental Movement Inhibition (NIMI) differentially suppresses head and thigh movements during screenic engagement: dependence on interaction* (Version 1). University of Sussex. <https://hdl.handle.net/10779/uos.23428157.v1>
- Woolfolk, A. E. (1985). *Research perspectives on communication in classrooms*. *Theory Into Practice*, 24 (1), 3-7, DOI: <https://doi.org/10.1080/00405848509543139>
- Wæge, K. (2015). Samtaletrekk – redskap i matematiske diskusjoner. *Tangenten*, 2015(2), 22-27.
- Øyslebø, O. (1988). *Ikke-verbal kommunikasjon: Introduksjon til en tverrvitenskap*. <https://depotbiblioteket.no/cgi-bin/m2?tnr=42785>

# Vedlegg

**Vedlegg 1:** Utdrag av transkripsjon

**Vedlegg 2:** Informasjonsskriv og samtykkeskjema for lærer

**Vedlegg 3:** Informasjonsskriv og samtykkeskjema for elever og foresatte



## Vedlegg 1: Utdrag fra transkripsjon av time 06/02

- 1 Lærer Vi kan starte med å oppsummere, så hva er det vi har gjort så  
2 langt? Vi har jo hatt de her prismene. Prismene er samme på  
3 topp og bunn. [Holder armene rett fram og over hverandre, med  
4 håndflatene vendt mot hverandre og gir et lite dytt med den  
5 øverste når hen sier topp, og nederste når hen sier bunn]  
6 Og da fant vi ut av volumet er første etasje [viser nederste  
7 håndflate] ganger høyden [beveger den andre armen opp og ned  
8 fra håndflaten]. Er alle enig?  
9 [Noen elever nikker]
- 10 Lærer Vi hadde også sylinder. Der er det jo egentlig det samme, med  
11 første etasje ganger høyden [løfter hånden oppover med flat  
12 hånd, håndflaten vendt ned]. Men her var jo første etasje en  
13 sirkel, så da må vi huske arealet av sirkel som er  $\pi r^2$ .
- 14 Lærer Den uka her skal vi ha litt mer spesielle figurer [henter, og løfter  
15 opp en kjegle fra stabelen med kjegler]. [Fem elever løfter  
16 blikket]. Vi skal ha kjegle og pyramide, så nå er vi ikke på  
17 prizmer lenger [fortsetter å holde kjegla].
- 18 Lærer Hvorfor er ikke kjegle og pyramide prisme?  
19 Elev [Rekker raskt opp hånda, og får så ordet]. Fordi bunnen og  
20 toppen ikke er like store.
- 21 Lærer Fordi bunnen og toppen ikke er like store, den spisser seg jo  
22 oppover [holder kjegla opp, og peker den andre hånden skrått  
23 oppover langs kjegla]. Det gjør det jo litt mer krevende med  
24 overflateareal [peker på en pyramide på tavla], men vi har kun  
25 fokus på volum av disse her spesielle figurene.
- 26 Lærer Volum av pyramide og volum av kjegle er litt spesielle. Måten vi  
27 finner formlene på er at, og det her er litt sånn *hvordan har man  
28 funnet ut dette?* Og de har funnet det ut ved å bare prøve seg  
29 fram. Men det de har funnet ut av er at det er en veldig spesiell  
30 sammenheng mellom volum av sylinder og kjegle [peker på en  
31 animasjon på tavla som viser en sylinder med en kjegle inni], og  
32 volumet av et firkantet prisme og en pyramide.
- 32 Lærer [Åpner en animasjon på tavla] Se på animasjonen og fortell meg  
33 hva dere ser. Her har vi et firkanta prisme [Viser animasjonen,  
35 som bretter ut tre pyramider ut fra prismet]. Fortell meg hva  
36 som skjedde der? Hva er det vi ser?  
37 [Ingen respons fra elevene]
- 38 Lærer Hva er det vi kaller en sånn her figur? [Peker på en av  
39 pyramidene på animasjonen]. (pause) Ligner det på noe dere har  
40 sett før? [beveger seg bakover i klasserommet, og holder  
41 hendene foran seg med håndflatene opp].  
42 [8 elever nikker, én rekker opp hånda]
- 43 Elev En pyramide
- 44 Lærer [Nikker] En pyramide ja! [Snur og går mot tavla]. Hva var det  
45 som skjedde med den figuren her? Jeg starta jo med [starter  
46 animasjonen på nytt] et firkanta prisme [snur seg mot elevene  
47 og holder armene fram og viser topp og bunn med hendene],

48 med lik topp og bunn. [Viser animasjonen på nytt] Hva skjer når  
49 jeg driver og bretter den ut her? Hva kan jeg brette den ut som?  
50 Elev [Rekker opp hånda] Tre pyramider  
51 Lærer Ja, tre pyramider! Så i én prisme [former et prisme med  
52 hendene] er det plass til tre pyramider, som har den samme  
53 firkanta bunnen [holder hendene lavt foran seg med håndflatene  
54 opp]. Så hvis vi finner bunnen på et sånt her prisme, så vet vi at  
55 volumet av den pyramiden [former en pyramide med hendene] vi  
56 får plass til inne i prismet er en tredjedel av volumet som hadde  
57 vært av hele prismet [Bruker hendene til å vise et prisme ved å  
58 annenhver gang holde hendene vertikalt og horisontalt mot  
59 hverandre], om vi hadde tatt den rett opp [Legger hendene oppå  
60 hverandre, og løfter den ene hånden rett opp]. Er dere med?  
61 Flesteparten nikker  
62 Lærer Så det var pyramiden. Vi har firkant i bunnen, den går spisst opp  
63 [former en spiss med hendene], så er volumet en tredjedel av  
64 prismet [Viser igjen et prisme med hendene].  
65 Lærer Så har vi sylinder. Her har jeg ikke akkurat den samme  
66 animasjonen, men skal prøve å vise dere likevel [går mot tavla].  
67 Se litt på talla her [peker på noen tall på figuren]. Her står det at  
68 volumet av kjegla er 2,2, og volumet av sylindren er 6,6. Hvor  
69 mye større er, eller jeg kan endre litt først. Klarer dere å se cirka  
70 hvor mange ganger større volumet av denne sylindren er?  
71 [Endrer tallene til 0,5 og 1,5]. Hvor mye større er det sånn cirka?  
72 [Tre elever rekker opp hånda]  
73 Elev Tre ganger  
74 Lærer Tre ganger, wow! Samme som pyramiden. Tre ganger større. Det  
75 er regelen, tre ganger større. Når vi har en firkantet bunn  
76 [trykker hendene flatt nedover], og den går spisst oppover [viser  
77 en spiss med hendene, beveger seg bakover i klasserommet] så  
78 det blir en pyramide, da er det en tredjedel av volumet av et  
79 prisme [viser et prisme med hendene]. Når vi har en rund bunn,  
80 en sirkulær bunn [former en sirkel med hendene], og den smalere  
81 seg oppover [viser en spiss med hendene] så det blir en kjegle,  
82 da er det en tredjedel av volumet av en sylinder. Er dere med?  
83 [Flere nikker]  
84 Lærer Så hva er det vi trenger å gjøre? Jo akkurat det samme som før.  
85 Volumet er lik første etasjen [viser første etasje] ganger høyden  
86 [løfter en hånd oppover], og så deler vi det på tre [holder opp tre  
87 fingre]  
88 Lærer Nå skal vi regne litt, og da bruker vi disse her som eksempel  
89 [henter en kjegle]  
90 [Flere elever løfter blikket opp mot tavla, og hodet følger læreren  
91 etter hvor hen beveger seg]

## Vedlegg 2: Informasjonsskriv og samtykkeskjema for lærer

# Vil du delta i forskningsprosjektet om elevers engasjement og lærerens kommunikasjon i matematikk?

### Formålet med prosjektet

Dette er et spørsmål til deg om du vil delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å

- Undersøke elevenes deltakelse og engasjement i matematikkundervisning, i sammenheng med lærerens kommunikasjon. Jeg skal se på om elevenes deltakelse og engasjement endres i takt med hvordan du som lærer kommuniserer med elevene i klasserommet.

Prosjektet er en masteroppgave som er avslutningen på min lærerutdanning. Det som samles inn av materiale vil derfor kun brukes i dette prosjektet.

### Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får denne forespørselen fordi

- For å kunne undersøke elevenes deltakelse og engasjement i sammenheng med lærerens kommunikasjon i matematikk, må jeg observere både lærer og elever i klasserommet. Jeg skal derfor observere et lite utvalg lærere, med tilhørende elever, i noen undervisnings i matematikk, og lurer derfor på om du kunne tenke deg å delta i mitt forskningsprosjekt.
- Jeg har tatt kontakt med noen utvalgte skoler for å se an interessen blant lærerne, som er grunnen til at du får spørsmål om å delta.

### Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU er ansvarlig for personopplysningene som behandles i prosjektet.

- Selv om jeg er forskeren i dette prosjektet er det NTNU som er ansvarlig for behandling av personopplysningene. Mer konkret er det institutt for lærerutdanning, som er en del av fakultetet for samfunns- og utdanningsvitenskap (SU), som har behandlingsansvaret for alt av personopplysninger.

### Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Det vil heller ikke påvirke ditt forhold til kollegaer eller skolen.

Det vil ikke være mulig å trekke tilbake deltakelsen etter prosjektslutt.

### Hva innebærer det for deg å delta?

- I denne forskningen har jeg tenkt til å være med i noen matematikktimer hvor jeg skal observere hele, eller deler av klassen. Det vil også bli tatt videoopptak av timene. Dette gjøres for kunne se timen flere ganger i analyseringen, som også gir økt

troverdighet av funnene i sluttproduktet når det har blitt analysert gjentatte ganger. Planen er at jeg skal være med i, og filme 4-5 matematikktimer.

- Det kreves ingenting annet av deg enn at du gjennomfører timene som vanlig. Du får ingen retningslinjer fra meg, men et ønske er likevel at det er timer hvor du også er mer aktiv, ikke kun elevoppgaver. Hvis aktuelt vil dette bli tydeligere informert om nærmere. Det kan også være interessant å ha en kort samtale med deg angående dine tanker knyttet til kommunikasjon i matematikk. Det blir vurdert nærmere om det er aktuelt, men er lagt ved som et avkrysningspunkt i samtykkeskjemaet.
- I timene skal jeg se etter en sammenheng mellom elevenes deltakelse og engasjement og din kommunikasjon i klasserommet. Jeg vil derfor observere både deg og elevene. Jeg skal ikke fokusere på hva du sier, men mer hvordan det formidles.
- Om du velger å delta i prosjektet vil det innebære at jeg mottar noen personopplysninger om deg. Det er likevel ingen personopplysninger som vil være med i sluttproduktet. Det du eventuelt må samtykke til er at jeg har navnet og kontaktopplysningene dine, i tillegg til at du vil bli sett og hørt på opptakene fra undervisning. Opptakene skal kun brukes for å analysere timene i ettertid.
- Dine opplysninger vil først lagres på videoopptaket, som tas med NTNU sitt utstyr, før det blir analysert og gjøres helt anonymt. Du vil ikke kunne kjenne igjen at det er deg det skrives om, og det vil ikke bli brukt bilder fra klasserommet (fra opptakene) i oppgaven.
- Ønsker du mer informasjon er det bare å ta kontakt. Kontaktopplysninger står på neste side.

### **Kort om personvern**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler personopplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Du kan lese mer om personvern og samtykke på neste side.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig  
(Danyal Farsani)

Masterstudent  
Tuva Sørbøe Syversen

## **Mer utdypende om personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Forskningsprosjektet er også meldt inn til Sikt.no.

- Det er få personer som har tilgang til dine personopplysninger. Det er først og fremst masterstudent og prosjektleder som har tilgang. Siden NTNU og institutt for lærerutdanning (ILU), som er en del av fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap (SU), står som ansvarlige for alt knyttet til mitt masterprosjekt, vil også de ha tilgang til personopplysningene.
- For å sikre at ingen uvedkommende får tilgang til dine personopplysninger skal jeg først erstatte navnet ditt med en kode. Koden lagres på en egen navneliste som blir lagret et annet sted enn all annen data. All data vil lagres på en av NTNU sine godkjente plasser for lagring og håndtering av personopplysninger. Det vil også være en adgangslogg, som viser hvem som har vært inne når.
- I den ferdige oppgaven vil du ikke kunne gjenkjennes i noen grad, og ingen av dine personopplysninger vil være nevnt. Det vil heller ikke bli brukt bilder fra videoopptakene.

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

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har personverntjenestene ved Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør, vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

## **Dine rettigheter**

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

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

Vi vil gi deg en begrunnelse hvis vi mener at du ikke kan identifiseres, eller at rettighetene ikke kan utøves.

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

Prosjektet vil etter planen avsluttes 25. mai 2024.

Opplysningene blir først anonymisert fortløpende etter videoopptakene er tatt. Ved prosjektslutt vil alle opplysninger slettes. Det vil derfor heller ikke brukes i videre forskning.

## Spørsmål

Hvis du har spørsmål eller ønsker mer informasjon om prosjektet, ta kontakt med:

- Masterstudent, Tuva Sørboe Syversen, NTNU  
Epost: [Tuvassy@stud.ntnu.no](mailto:Tuvassy@stud.ntnu.no) Tlf: 94869384

eller

- Prosjektleder, Danyal Farsani, NTNU  
Epost: [danyal.farsani@ntnu.no](mailto:danyal.farsani@ntnu.no)

Har du spørsmål til ansvarlig institusjon (NTNU) eller ønsker å utøve dine rettigheter, ta kontakt med:

- Vårt personombud: Thomas Ørnulf Helgesen, NTNU  
Epost: [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no) Tlf: 93079038

Hvis du har spørsmål knyttet til Sikts vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt på e-post: [personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no), eller på telefon: 73 98 40 40.

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjonen om prosjektet *elevers engasjement og lærerens kommunikasjon i matematikk*, og har fått anledning til å stille spørsmål om prosjektet.

Jeg samtykker til:

- At det kan tas videoopptak av matematikktimene jeg underviser hvor jeg vil bli hørt og sett på videoene
- At jeg kan bli spurt om en kort samtale i forbindelse med timene og egen praksis

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

Navn: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_

### **Vedlegg 3: Informasjonsskriv og samtykkeskjema for elever og foresatte**

# Vil du delta i forskningsprosjektet om elevers engasjement og lærerens kommunikasjon i matematikk?

#### **Formålet med prosjektet**

Dette er et spørsmål til deg om du vil delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å

- Undersøke elevenes deltakelse og engasjement i matematikkundervisning, i sammenheng med lærerens kommunikasjon. Jeg skal se på om elevenes deltakelse og engasjement endres i takt med hvordan læreren kommuniserer med elevene i klasserommet.

Prosjektet er en masteroppgave som er avslutningen på min lærerutdanning. Det som samles inn av materiale vil derfor kun brukes i dette prosjektet.

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

Du får denne forespørselen fordi

- For å kunne undersøke elevers deltakelse og engasjement i sammenheng med lærerens kommunikasjon i matematikk, må jeg observere både læreren og dere elever i undervisning.
- Jeg har vært så heldig at læreren din vil delta i mitt prosjekt. Jeg har derfor fått læreren din til å dele ut denne informasjonen til sine klasser. Du og dine medelever får spørsmål om å delta fordi jeg skal observere både lærer og elever. Jeg lurte derfor på om du vil bidra til min forskning.

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

NTNU er ansvarlig for personopplysningene som behandles i prosjektet.

- Selv om jeg er forskeren i dette prosjektet er det NTNU som er ansvarlig for behandling av personopplysningene. Mer konkret er det institutt for lærerutdanning, som er en del av fakultetet for samfunns- og utdanningsvitenskap (SU), som har behandlingsansvaret for alt av personopplysninger.

#### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Det vil heller ikke påvirke ditt forhold til hverken læreren eller skolen, og vil ikke gå utover din undervisning.

Det vil ikke være mulig å trekke tilbake deltakelsen etter prosjektslutt.

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

- I denne forskningen har jeg tenkt til å være med i noen matematikktimer hvor jeg skal observere hele, eller deler av klassen. I tillegg skal jeg sette opp kamera i klasserommet, sånn at jeg kan se på timen på nytt seinere. Planen er at jeg skal være med i, og filme 4-5 matematikktimer.

- Det kreves ingenting annet av deg enn at du deltar i timen som vanlig. Jeg skal kun se på (observere) hvordan dere kommuniserer med læreren. Jeg skal se mest på hvordan dere deltar og engasjerer dere i timene, og hvordan dere kommuniserer med læreren utenom det dere sier høyt (for eksempel å rekke opp hånda, peke på noe eller ansiktsuttrykk). Jeg er ikke opptatt av hva som blir sagt, og kommer kun til å bruke det du sier hvis jeg ser på det som viktig i sammenheng med det du gjør. Jeg skal heller ikke se på arbeidet ditt i timen.
- Fordi det skal settes opp et kamera i klasserommet som skal filme klasserommet har jeg noen personopplysninger om deg på videoopptaket. For forskningen trenger jeg i utgangspunktet ikke å vite navn, kontaktopplysninger eller annen informasjon om deg. Om du ønsker å delta trenger jeg et samtykke (en bekreftelse) fra deg og en foresatt hvor navnet ditt må stå. Jeg vil også kunne se deg på videoopptakene i ettertid, og hvis navnet ditt nevnes i timen kan det bli hørt på opptaket.
- Dine opplysninger vil først lagres på videoopptaket, som tas med NTNU sitt utstyr, før det blir analysert og gjøres helt anonymt. Du vil ikke kunne kjenne igjen at det er deg det skrives om, og det vil ikke bli brukt bilder fra klasserommet (fra opptakene) i oppgaven.
- Ønsker du/dere mer informasjon er det bare å ta kontakt. Kontaktopplysninger står på neste side.

### **Kort om personvern**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler personopplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Du kan lese mer om personvern og samtykke på neste side.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig  
(Danyal Farsani)

Masterstudent  
Tuva Sørboe Syversen



## **Mer utdypende om personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

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

Forskningsprosjektet er også meldt inn til Sikt.no.

- Det er få personer som har tilgang til dine personopplysninger. Det er først og fremst masterstudent og prosjektleder som har tilgang. Siden NTNU og institutt for lærerutdanning (ILU), som er en del av fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap (SU), står som ansvarlige for alt knyttet til mitt masterprosjekt, vil også de ha tilgang til personopplysningene.
- For å sikre at ingen uvedkommende får tilgang til dine personopplysninger skal jeg først erstatte navnet ditt med en kode. Koden lagres på en egen navneliste som blir lagret et annet sted enn all annen data. All data vil lagres på en av NTNU sine godkjente plasser for lagring og håndtering av personopplysninger. Det vil også være en adgangslogg, som viser hvem som har vært inne når.
- I den ferdige oppgaven vil du ikke kunne gjenkjennes, og ingen av dine personopplysninger vil være nevnt. Det vil heller ikke bli brukt bilder fra videoopptakene.

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

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har personverntjenestene ved Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør, vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

## **Dine rettigheter**

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

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

Vi vil gi deg en begrunnelse hvis vi mener at du ikke kan identifiseres, eller at rettighetene ikke kan utøves.

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

Prosjektet vil etter planen avsluttes 25. mai 2024.

Opplysningene blir først anonymisert fortløpende etter videoopptakene er tatt. Ved prosjektslutt vil alle opplysninger slettes. Det vil derfor heller ikke brukes i videre forskning.

## Spørsmål

Hvis du har spørsmål eller ønsker mer informasjon om prosjektet, ta kontakt med:

- Masterstudent, Tuva Sørboe Syversen, NTNU  
Epost: [tuvassy@stud.ntnu.no](mailto:tuvassy@stud.ntnu.no) Tlf: 94869384

eller

- Prosjektleder, Danyal Farsani, NTNU  
Epost: [danyal.farsani@ntnu.no](mailto:danyal.farsani@ntnu.no)

Har du spørsmål til ansvarlig institusjon (NTNU) eller ønsker å utøve dine rettigheter, ta kontakt med:

- Vårt personombud: Thomas Ørnulf Helgesen, NTNU  
Epost: [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no) Tlf: 93079038

Hvis du har spørsmål knyttet til Sikts vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt på e-post: [personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no), eller på telefon: 73 98 40 40.

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt, lest og forstått informasjonen om prosjektet *elevs engasjement og lærerens kommunikasjon i matematikk*, og har fått anledning til å stille spørsmål om prosjektet. Både du og en foresatt må skrive under.

Jeg samtykker til: (Kryss av det du samtykker til)\*

- Å bli observert i matematikktimene av forskeren (IKKE lyd og video)
- At det kan filmes i klasserommet hvis jeg ikke synes på videoen, men stemmen min kan høres på opptaket (KUN lyd)
- At det kan tas videoopptak av matematikktimer hvor jeg kan bli hørt og sett på videoen (Lyd og video)

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet (**Elev**)

Navn: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_

Jeg samtykker til at mitt barns opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet (**Foresatt**)

Navn: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_

\*Det er kun de boksene du krysser av som du samtykker til. Det vil ikke bli brukt eller gjort noe mer enn hva du samtykker til.

