



Høgskulen på Vestlandet

Matematikk 3, emne 4 - Masteroppgave

MGUMA550-O-2023-VÅR2-FLOWassign

Predefinert informasjon

Startdato:	02-05-2023 09:00 CEST	Termin:	2023 VÅR2
Sluttdato:	15-05-2023 14:00 CEST	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Masteroppgave - Bergen		
Flowkode:	203 MGUMA550 1 O 2023 VÅR2		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Kandidatnr.:	247
---------------------	-----

Informasjon fra deltaker

Antall ord *:	32807
----------------------	-------

Egenerklæring *: Ja

Jeg bekrefter at jeg har Ja registrert oppgavetittelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på vitnemålet mitt *:

Jeg godkjenner autalen om publisering av masteroppgaven min *

Ja

Er masteroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Ja, ARGUMENT

Er masteroppgaven skrevet ved bedrift/uirksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei



Høgskulen
på Vestlandet

MASTEROPPGAVE

«Gir tallene mening?»

En kvalitativ studie om kommunikasjon i en undersøkelsesbasert matematikkundervisning med bruk av ekte data på ungdomskolen

«Do the numbers make sense?»

A qualitative study within communication in an inquiry-based mathematics teaching using authentic data in secondary school

Malin Revheim Solvi

Master i matematikk i Grunnskolelærerutdanningen 5-10

Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett

Institutt for språk, litteratur, matematikk og tolkning

Veileder: Kirsti Rø

15.05.2023

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1

«Tell me and I forget, show me and I remember, involve me and I understand.»

Chinese Proverb

Forord

Denne masteroppgaven symboliserer min slutt som lærerstudent ved Høgskulen på Vestlandet. Å skrive en slik oppgave alene har vært en utfordrende, men også lærerik prosess. Mye har skjedd disse fem årene som student. En verdenspandemi (korona) som snudde verden på hodet der all undervisning ble digital og over zoom. Siste praksis var også spesielt lærerik hvor jeg fikk oppleve lærerstreiken tett på i praksis. Av andre ting har jeg blitt forlovet og kjøpt leilighet, og gleder meg til å planlegge mitt bryllup etter levert oppgave.

Selv om denne masteroppgaven har vært et selvstendig arbeid, er det likevel noen mennesker jeg kan gi noe av æren til for at jeg har kommet meg i mål. Jeg vil først og fremst takke min familie, venner og fantastiske kollegaer som har heiet på meg hele veien, og for deres støtte og oppmuntring underveis. Takk for at dere alltid har vært der for meg, og for å ha tatt dere tid til å høre mine tanker og ideer (og noe klaging). Jeg vil også rette en stor takk til Martine for gode samtaler og støtte. Det har vært kjekt å kunne drøfte både faglige problemstillinger, men også utenom-faglige samtaler som har vært til stor inspirasjon og motivasjon.

Jeg vil også takke mine to medstudenter for et godt samarbeidet med å lage og gjennomføre undervisningsopplegget, og for innsamlingen av datamaterialet. Uten dere ville denne prosessen vært mye mer slitsom. Jeg vil også takke læreren og klassen som tok oss imot, slik at vi fikk gjennomført prosjektet og datainnsamlingen. En stor takk til min fantastiske veileder, Kirsti Rø, for god rettleiding gjennom hele denne prosessen. Uten din ekspertise og oppmuntring ville jeg ikke klart å fullføre arbeidet.

Sist, men ikke minst, ønsker jeg å takke min forlovede Preben, for å være min største støttespiller, med et enormt engasjement og motivasjon gjennom hele prosessen. Takk for at du dedikerte tid til å sitte med meg mot slutten, lese over og være kritisk.

Malin Revheim Solvi

Mai 2023

Sammendrag

Denne studien er et forskningsbasert arbeid som er gjennomført med utgangspunkt i matematikdidaktikk. Masteroppgaven er del av ARGUMENT-prosjektet som er tilknyttet Universitetet i Bergen, Høgskulen på Vestlandet og Bergen kommune, og har et overordnet tema om undersøkelsesbasert læring og kommunikasjon i matematikkfaget. Studien er av kvalitativ art, og har som formål å undersøke hvilke samtaletrekk som kan indentifiseres hos en lærer i en UBL-inspirert matematikkundervring med bruk av ekte tall, med forskningsspørsmålet; *Hvilke samtaletrekk kan indentifiseres i en lærers kommunikasjon med elever i en undersøkelsesbasert matematikkundervisning med bruk av ekte tall?*

Aktuell teori og tidligere forskning om undersøkelsesbasert læring, kommunikasjon og modellering har blitt undersøkt for å belyse lærerens samtaletrekk i undervisningen med temaet solceller. Solcelleoppgaven som ble benyttet for datainnsamlingen er et tverrfaglige undervisningsopplegg innenfor matematikk og naturfag. Begrepet modellering er aktuell for studien ettersom undervisningsopplegget er et eksempel på en modelleringsoppgave. Datainnsamlingen har blitt gjennomført etter godkjent søknad av SIKT, sammen med to andre medstudenter. Vi observerte en 10. klasse og benyttet oss av både video- og lydopptak.

For å undersøke hvilke samtaletrekk som kom til syne hos læreren i undervisningen, har det blitt benyttet et rammeverk bestående av IC-modellen, IRF, topaze-effekten, traktmønsteret og fokuseringsmønsteret. Det ble satt to kriterier i utvalget av samtaleutdragene for analysen; (1) læreren var til stede, hvor vedkommende også måtte være delaktig i samtalen, og (2) utdraget måtte plasseres under en av fasene i modelleringsyklusen. Begrepet samtaletrekk blir i studien benyttet som en fellesbetegnelse for de ulike teoriene om kommunikasjonstrekk, -mønstre og -kjennetegn. Fellestrekkene som ble indentifisert er basert på lærerens overordnede samtaletrekk og ytring i samtaleutdragene. Som et resultat indentifiserte jeg fire overordne kategorier for lærerens samtaletrekk; *Læreren leder samtalen, Læreren holder kontakt, Læreren tar utgangspunkt i elevene, og Læreren i helklassediskusjon*. Funnene viser at selv om en åpner for nye kommunikasjonsmønstre i matematikkundervisningen, utelukker det likevel ikke at tradisjonelle kommunikasjonsmønstre kan oppstå, selv i en planlagt undersøkende undervisning.

Abstract

This paper is a research-based study within mathematics didactics. This master's thesis is part of the ARGUMENT project, which is affiliated with the University of Bergen, the Western Norway University of Applied Sciences and Bergen municipality and has an overarching theme of inquiry-based learning and communication in mathematics education. The study is qualitative in nature, and aims to investigate the conversation traits that can be identified in a teacher in an IBL-inspired mathematics lesson using authentic data, with the research question being; *What conversation traits can be identified in a teacher's communication with students in an inquiry-based mathematics lesson using authentic data?*

Relevant theory and previous research on inquiry-based learning, communication and modeling have been examined to shed light on the teacher's conversation traits in the lesson on the topic of solar cells. The solar cell assignment was used for the data collection is an interdisciplinary teaching program within mathematics and science. The term modeling is relevant for the study as the teaching plan is an example of a modeling task. Data collection was carried out after an approved application from SIKT, together with two other fellow students. We observed a 10th class and used both video and audio recordings.

In order to investigate which conversation traits that emerged in the teacher's lesson, a framework consisting of the IC-model, IRF, the topaz-effect, the funnel pattern and the focusing pattern was used. Two criteria were set in the selection of the conversation extracts for the analysis; (1) the teacher was present, where he or she also had to participate in the conversation, and (2) the extract had to be placed during one of the phases in the modeling cycle. The term conversation traits used in the study is a common term for the various theories of communication traits, patterns and characteristics. The common trait identified are based on the teacher's overall conversation traits and statements in the conversation extracts. As a result, I identified four overarching categories for the teacher's conversation traits; *The teacher leads the conversation, the teacher maintains contact, the teacher starts with the pupils, and the teacher engages in whole-class discussion*. The findings show that even though new communication patterns in mathematics education, it does not exclude the possibility of traditional communication patterns emerging, even in a planned IBL lesson.

Innholdsfortegnelse

<u>FORORD</u>	III
<u>SAMMENDRAG</u>	V
<u>ABSTRACT</u>	VI
<u>1 INNLEDNING</u>	1
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV TEMA.....	1
1.2 TIDLIGERE FORSKNING	3
1.3 STUDIENS FORMÅL OG FORSKNINGSSPØRSMÅL.....	4
1.4 ARGUMENT	7
1.5 OPPBYGGING AV OPPGAVEN.....	8
<u>2 TEORI</u>	9
2.1 UNDERSØKELSESBASERT LÆRING (UBL)	9
2.1.1 PRIMAS	11
2.1.2 OPPGAVEPARADIGMET OG UNDERSØKELSESLANDSKAP.....	12
2.1.3 KJENNETEGN PÅ UBL – STIL OG OPPGAVER	14
2.1.4 FEM FASER AV UBL	16
2.2 MODELLERING.....	18
2.3 BLUM OG LEIB (2007) VERSUS PEDASTE ET AL. (2015): EN OPPSUMMERING.....	21
2.4 KOMMUNIKASJON.....	22
2.4.1 SAMTALETREKK: KOMMUNIKASJON I MATEMATIKKLASSEROMMET	23
2.4.2 IRE/ IRF.....	24
2.4.3 TOPAZE-EFFEKTEN	26
2.4.4 TRAKTMØNSTER.....	27
2.4.5 FOKUSERINGSMØNSTER.....	28
2.4.6 IC-MODELLEN	29
2.5 LÆREREN SIN ROLLE; I MATEMATISKE SAMTALER OG UBL-INSPIRERTE ØKTER	34
2.6 ANALYSEREDSKAP FOR KOMMUNIKASJON I UNDERSØKENDE MATEMATIKKUNDERVISNING.....	35
<u>3 METODISK TILNÆRMING</u>	36
3.1 KVALITATIV TILNÆRMING.....	36
3.1.1 SOSIALKONSTRUKTIVISTISK PARADIGME SOM FUNDAMENT	36
3.2 OBSERVASJON SOM DATAINNSAMLINGSMETODE	37
3.3 DATAINNSAMLINGSPROSESSEN	38

3.3.1	FORSKERROLLEN	38
3.3.2	UTVALGET.....	38
3.3.3	VIDEO- OG LYDOPPTAK	40
3.3.4	TRANSKRIPSJON.....	41
3.3.5	FELTNOTATER – USTRUKTURERT OBSERVASJON.....	41
3.4	UNDERVISNINGSSOPPLEGGET	41
3.4.1	UTARBEIDELSEN.....	42
3.4.2	SOLCELLER – ER DET LØNNSOMT FOR SKOLEN?.....	43
3.5	GJENNOMFØRING AV UNDERVISNINGSSOPPLEGG	46
3.6	KVALITATIV ANALYSEMETODE	48
3.7	STUDIENES VALIDITET OG RELIABILITET	50
3.7.1	VALIDITET: GYLDIGHET	50
3.7.2	RELIABILITET: PÅLITELIGHET.....	53
3.8	FORSKNINGSETISKE BETRAKTNINGER OG HENSYN	55
4	<u>ANALYSE.....</u>	57
4.1	FOREKOMST AV SAMTALETREKK I DEN UNDERSØKENDE MATEMATIKKUNDERVISNINGEN	57
4.2	SAMTALETREKK I ULIKE FASER AV MODELLERINGSYKLUSEN.....	59
4.2.1	FORSTÅ / KONSTRUERE	59
4.2.2	FORENKLE / STRUKTURERE	60
4.2.3	MATEMATISERE.....	62
4.2.4	ARBEIDE MATEMATISK	64
4.2.5	TOLKE	65
4.2.6	VALIDERE.....	69
4.2.7	FORMIDLE.....	72
5	<u>DISKUSJON.....</u>	74
5.1	LÆREREN LEDER SAMTALEN.....	74
5.2	LÆREREN TAR UTGANGSPUNKT I ELEVENES OPPFATTELSE.....	77
5.3	LÆREREN HOLDER KONTAKT.....	79
5.4	LÆREREN I HELKLASSEDISKUSJON	80
5.5	OPPSUMMERING.....	82
5.6	METODEKRITIKK.....	84
6	<u>AVSLUTNING OG VIDERE FORSKNING</u>	85
6.1	VIDERE FORSKNING	86
7	<u>LITTERATURLISTE</u>	88

VEDLEGG..... 94

VEDLEGG 1 – UNDERVISNINGSSOPPLEGGET 95

VEDLEGG 2 – INFORMASJONSSKRIV OG SAMTYKKEERKLÆRING..... 100

Figuroversikt

Figur 1: Oppsummering av hva UBL ofte blir beskrevet som, inspirert av PRIMAS (Čeretková et al., 2013, s. 15) 10

Figur 2: Kjennetegn på UBL oversatt til norsk. Inspirert av Abril et al. (2013 s. 8)..... 15

Figur 3: Kjernetrekkene i en undersøkelsesprosess, inspirert av Pedaste et al. (2015) 16

Figur 4: Modelleringsprosess oversatt til norsk, inspirert av Blum og Leiß (2007)..... 20

Figur 5: IC-modellen av Alrø & Skovsmose (2006, s. 112), oversatt til norsk. 29

Figur 6: Mitt analyseredskap 35

Figur 7: Eksempel på koding til analysen..... 49

Tabelloversikt

Tabell 1: Eksempel på en generell og spesifikk IRF-samtale..... 25

Tabell 2: Eksempel på en samtale av traktmønsteret..... 28

Tabell 3: Egen modell med oversikt over de åtte språkhandlingene i IC-modellen. Fra Alrø og Skovsmose (2006)..... 32

Tabell 4: Utdrag fra undervisningen – elever snakker om tabellen. 45

Tabell 5: Kort oversikt over gjennomføringen 47

Tabell 6: Utdrag fra transkripsjon av meg og min medstudent. 54

Tabell 7: Oversikt over forekomster av de ulike samtaletrekkene i de ulike fasene i den undersøkende matematikkundervisningen..... 58

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for valg av tema

I Norge har kompetansebehovet i de senere årene vært sentral på den politiske agendaen. Skolepolitikken er sterkt knyttet til arbeidslivet, hvorpå skolen skal være en bidragsyter til samsvar mellom enkeltpersoner, arbeidsmarkedet og samfunnet som helhet (NOU 2020:2, s. 13). Mange elever i norsk skole forlater både grunn- og videregående skole med svake grunnleggende ferdigheter. Ifølge Norges offentlige utredninger (NOU) (2020:2, s. 13) har tiltak som har vært gjennomført til tider vist seg å være beskjeden. Stort frafall har ført til et økt søkelys for å minske risikoen for en ustabil tilknytning til arbeidsmarkedet. I den forbindelse ble det dannet et Kompetansebehovsutvalg (KBU), hvor deres formål er å formidle «den best mulige faglige vurderingen av Norges fremtidige kompetansebehov» (Kompetansebehovutvalget, u.d).

I NOU (2015:8, s. 8) sin rapport, trekker de frem fire anbefalinger som grunnlag for skolens nye innhold – fagspesifikk kompetanse, kompetanse i å lære, kompetanse i å kommunisere, samhandle og delta, og kompetanse i å utforske og skape. I 2017 begynte arbeidet med den nye lærerplanen som skulle i større grad samsvare med de nye kompetansekravene og ferdighetene for fremtidens samfunn (Utdanningsdirektoratet, 2021). Kunnskaps- og integreringsminister Jan Tore Sanner sa blant annet i 2018 i forbindelse med utviklingen av den nye lærerplanen at «Vi gir også skolen et verdiløft. Det vil forberede elevene bedre for livet etter skolen og for fremtidens arbeidsliv»¹. Skolen og lærerne skal gi elevene dypere forståelse, kompetanse og verktøy som de kan ha nytte av i ulike situasjoner i møte med samfunnet og arbeidslivet.

I 2020 var den nye lærerplanen klar, og ble en del av den nye skolehverdagen samme høst. To av matematikkens nye kjerneelementer er Utforskning og problemløsning, og Modellering og anvendelser. Faget skal i dag legge tilrette for at elevene i større grad skal utforske og kommunisere om det matematiske innholdet, både i og utenfor faget (Utdanningsdirektoratet, 2020). Fremtidens skole er også opptatt av at elevene skal mestre det å kunne lære, og

¹ Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/kd/pressemeldinger/2018/fornyer-innholdet-i-skolen/id2606028/> (4. mai)

videreutvikle egen kompetanse. Det trekkes frem kunnskap om å kunne planlegge, gjennomføre og evaluere eget arbeid som sentralt (NOU: 2015:8, s. 26). I stor grad vektlegges kompetanse i å kunne være nysgjerrig, åpen for å se ting på nye måter samt en evne til å ta initiativ. Andre ferdigheter som trekkes frem i sammenheng med å kunne utforske og skape, er sosiale ferdigheter. Eksempler på slike ferdigheter er kommunikasjon og samarbeid. Denne type kunnskap og erfaring kan elevene eksempelvis lære gjennom undervisningsøkter inspirert av undersøkelsesbasert læring (UBL), på engelsk Inquiry-Based Learning (IBL). I denne masteroppgaven er det overordnede temaet kommunikasjon og undersøkelsesbasert læring (UBL) i matematikkfaget. Basert på et større fokus på morgendagens samfunn, elevenes læring for fremtiden og den nye læreplanen (LK20), vil fremtidens matematikkopplæring spille en sentral rolle for hvilke ferdigheter de neste generasjonene vil måtte inneha. Hva samfunnet anser som formålene med utdanningssystemet, er med å danne grunnlaget for de endringene og anbefalingene om forbedringer som definerer matematikkundervisningen. Utdanningsdirektoratet (2020) nevner blant annet følgene om hva som er nytt i matematikkfaget;

I læreplanen er det lagt vekt på at elevene skal bli gode problemløsere og oppdage sammenhenger i, og mellom fagets kunnskapsområder og andre fags kunnskapsområder. Det er disse sammenhengene som legger til rette for dybdelæring og forståelse i faget. Faget legger også til rette for at elevene skal utforske matematikken og kommunisere om den. Læreplanene knytter seg tett til elevenes hverdag og skal forberede dem på et samfunn og arbeidsliv i stadig endring.

Med dette som et utgangspunkt for «det nye» i matematikkfaget, kan det antydes at elevene må lære å se matematikkfaget i en større sammenheng – tenke, resonnere og løse problemer selvstendig (Nosrati & Wæge, 2015). En kan se at det er et fokus på utforskende matematikk hvor en beveger seg vekk fra ideen om «pugg og reproduser». I Europa er det flere forsknings- og utviklingsprosjekter, som Norge har deltatt i, hvor deres mål er å fremme matematiske oppgaver og aktiviteter gjennom blant annet UBL. Eksempler på dette er PRIMAS, STEAM-prosjektet, MaScil og SUM.

I forbindelse med UBL etterlyses det mer empirisk forskning på matematikkundervisning i klasserommet. Litteraturen består i større grad av teoretiske betraktninger om hva undervisningen bør inneholde, hvor det i følge Maass og Artigue (2013) er et gap mellom

teori og praksis. PRIMAS argumenterer for at UBL kan være med å øke elevens iboende interesse for naturfag og matematikk, hvor UBL kan være en bidragsyter til ulike kompetanser som problemløsningsferdigheter, selvstyrt læring og for å utforske nye kunnskapsområder (Abril et al., 2013). I 2007 ble det presentert av EU-kommisjonen en synkende trend knyttet til interessen de unge har for realfag. Her trekkes det frem måten undervisningen legges opp til som hovedårsak (Rocard et al., 2007), hvorpå et ønske om en mer UBL-inspirert undervisningspraksis blir trukket frem som en anbefaling. Som støtte til Rocard-rapporten (2007), kommer også lignende anbefalinger frem i Hazelkorn-rapporten (2015).

1.2 Tidligere forskning

Med dagens dynamiske, og ikke minst kunnskapsbaserte samfunn, nevner blant andre Maass og Doorman (2013) at skolens kompetansefokus bør endres i en retning av kreativ problemløsning og kritisk tenkning. Maass og Doorman (2013) følger dette opp med å forklare at UBL kan støtte utviklingen av den type fokus og kompetanse. En av årsakene til det økte søkelyset mot UBL, er spesielt elevenes nedadgående interesse for matematikk og naturfag (Dorier & Maass, 2014; Blomhøj & Artigue, 2013; Engeln et al., 2013). Dorier og Maass (2014) nevner eksempelvis at dårlige PISA-resultater i flere land ga en «boost», og er en av årsakene til UBL sin nokså nylige popularitet. Eksempelvis trekkes det frem i Rocard rapporten (2007) at den deduktive tilnærmingen² som fremtrer i matematikklasserommet, kan være en av årsakene til elevenes manglende interesse. Rapporten nevner at mange europeiske land benytter seg hovedsakelig av deduktive undervisningsmetoder, eksempelvis undervisningsmetoder der undersøkelser og forsøk i større grad benyttes som illustrasjoner. Rocard rapporten (2007) beskriver en slik deduktiv undervisning, eller «top-down» undervisning, som en undervisningsform hvor det er læreren som forteller det matematiske pensumet til elevene. Med andre ord, kunnskapen overføres fra læreren til elevene. Som en motsetning beskriver Rocard et al. (2007) at tilnærmingen «bottom-up», gir rom for utforsking, hvor læreren skal være en veileder og støtte for elevene (induktiv tilnærming).

Pedaste et al. (2015) diskuterer i deres artikkel at undersøkelsesbasert læring ofte er organisert i ulike faser, som sammen danner en form for undersøkelsessyklus. Det blir videre trukket

² Det kan tenkes at begrepet deduktiv er spesielt knyttet til naturfagsundervisning, men Rocard rapporten (2007) valgte å referere til alle fysiske vitenskaper, livsvitenskap, informatikk og teknologi, inkludert matematikkfaget, under det overordnede begrepet vitenskap (science). Jeg har derfor valgt å benytte begrepene deduktiv og induktiv tilnærming.

frem av dem at diskusjonsfasen, referert som kommunikasjon og refleksjon, har en sentral rolle i en undersøkelsesbasert økt. Det fremkommer at kommunikasjon er en vesentlig og viktig faktor, hvor denne kan kobles til alle fasene i en undersøkende syklus. Dette basert på at kommunikasjon og refleksjon kan oppstå når som helst under (diskusjon i aksjon) eller etter (diskusjon om handling) en undersøkelsesbasert økt. Det vil si at denne diskusjonsfasen kan være med å hjelpe elevene i læringsprosessen med å få tilbakemeldinger, dele resultater, argumentere for og i mot, begrunne, resonnerer og reflektere over egne og eller andre sine ideer og løsninger, sammen med medelever og lærer(e) (Pedaste et al., 2015).

Selv om UBL har fått større plass, støtte og status i de senere årene, har ideen om utforskende matematikkundervisning fremdeles en vei å gå (Dorier & Maass, 2014; Maass & Artigue, 2013; Engeln et al., 2013; Rocard et al., 2007). I utfordringene knyttet til UBL, til tross for positive forskningsresultater og politisk press, kommer det frem at en endring innen «hverdagsundervisningen» i matematikk har vært marginal. I følge Artigue og Blomhøj (2013) har ikke undervisning med bruk av UBL lange tradisjoner i matematikkfaget, men som følge av ulike prosjekter, som PRIMAS, har UBL kommet mer til syne. PRIMAS ser på matematikk og naturfag som tett knyttede fagområder, hvor Artigue og Blomhøj (2013) utdypet at mange dagligdagsfenomener kan beskrives, undersøkes og forstås ved hjelp av matematikk i kombinasjon med naturfag, og er derfor en rik kilde for UBL.

I lys av det som til nå har blitt presentert kan det tenkes at læreren sin matematiske- og kommunikasjonskompetanse er vesentlig i utvikling av elevenes undersøkende holdninger til matematikk, som også er den overordnede ideen med undersøkende matematikkundervisning, ifølge PRIMAS. Min interesse for sammenhengen mellom lærerens kommunikasjon i en undersøkende matematikkundervisning, er bakgrunnen for denne studien, som også danner grunnlaget for mitt forskningsspørsmål.

1.3 Studiens formål og forskningsspørsmål

Studien har som mål å belyse samtaletrekk som kan oppstå i en slik UBL-inspirert matematikkundervisning, uten forøvrig å vurdere vedkommendes ytringer som god eller dårlig. Fokuset er rettet mot dialoger som utspiller seg mellom læreren og elevene i arbeid med en oppgave om solceller, hvor jeg fokuserer spesielt på lærerens ytringer. Som nevnt innledningsvis, etterlyses det i forbindelse med UBL mer empirisk forskning på matematikkundervisning i klasserommet, hvor formålet med masterstudien er å bidra med

dette. På bakgrunn av hva jeg har presentert innledningsvis, inkludert teori og tidligere forskning, har jeg valgt følgende forskningsspørsmål;

Hvilke samtaletrekk kan identifiseres i en lærers kommunikasjon med elever i en undersøkelsesbasert matematikkundervisning med bruk av ekte tall?

UBL har inspirert meg til å se på klasseromsundervisningen på en ny måte, med å utvikle UBL-inspirerte undervisningsopplegg gjerne med problemstillinger med relevans utenfor skolen. En begrunnelse for at jeg har valgt å studere kommunikasjon, er at gjerne lærere eller elevene, nødvendigvis ikke alltid er klar over deres egne samtalemønstre – hvordan disse utspiller seg og hvilken betydning de har (Voigt, 1994; Bauersfeld, 1998). Med andre ord kan en lærer ha et kommunikasjonsmønster som er i strid med vedkommendes hensikt, uten å være bevisst på det (Voigt, 1994; Bauersfeld, 1998). Jeg syntes derfor at det er viktig, som kommende lærer, å få innsikt i lærerdialogene i en undervisning. På den måten kan jeg, forhåpentligvis, bli mer bevisst på ulike måter å kommunisere på i matematikklasserommet.

Jeg syntes ikke at det finnes en god og direkte oversettelse av Inquiry på norsk, men har for studien valgt å benytte begrepet undersøkende eller utforskende som min oversettelse på begrepet. Maass og Artigue (2013) beskriver begrepet der undersøkende oppgaver og læring knyttet til matematikkundervisning er koblet til et utvidet sett med mål utover å lære matematisk og vitenskapelig innhold. Undersøkelsesbasert matematikkundervisning har et fokus på elevene som forskere, i følge Keselman (2003). Undervisningsformen blir av Skånstrøm og Blomhøj (2016, s. 88) beskrevet som en prosess der elevene i større grad får autonomi, hvor de eksempelvis må formulere problemstillinger, finne relevant informasjon, ha mulighet til å stille spørsmål, formulere ulike hypoteser, diskutere både med lærerne og medelevene, argumentere og ha mulighet til å bevege seg og benytte flere matematiske metoder og fremstillinger. For denne studien vil jeg definere UBL som en undervisningstilnærming som har en hensikt i å fremme læring ved å la elevene undre, utforske og undersøke hvilken som helst matematikkoppgave eller aktivitet som henter inspirasjon fra det virkelige liv. I undersøkelsesbasert matematikkundervisning skal elevene få mulighet til å gjøre ulike matematiske observasjoner som eksempelvis å oppdage mønstre, formulere hypoteser, identifisere ulike matematiske problemer, altså analysere og omforme et problem, løse det og deretter vurdere dens gyldighet. Ellers skal elevene få mulighet til å stille spørsmål, designe, modellere, og kommunisere om deres resultater og konklusjoner for andre.

Jeg benytter meg av forkortelsen UBL, hvor jeg også senere i teksten, [delkapittel 2.1](#), vil utdype mer om hva UBL er, og hva termen har å si for min studie.

Johnsen-Høines og Herheim (2016, s. 7) forklarer at læringsamtaler er «knyttet til læringen, til lærestoffet, til hvem en snakker med og til hvilke hensikter en har med de matematiske aktivitetene». Det blir av Johnsen-Høines og Alrø (2012, s. 107) trukket frem at kommunikasjonen som er i en matematikkundervisning preger matematikklæringen. Med andre ord, vil ulike former for kommunikasjon fremme ulike kvaliteter ved aktivitetene og med den kunnskapens som utvikles. De beskriver samtalekvaliteter som dialogiske samhandlinger som fremmer samtaleens ønskede læringskvaliteter. For å gi innblikk i slike dialogiske samhandlinger i lærerens matematiske samtaler med elevene, fokuseres det på lærerens ytringer innhentet ved observasjon. Ytringer forstås som det læreren sier høyt, altså det verbale – språk, tonefall og volum. Det kan tenkes at lærerens ytringer kan ha betydning for eksempelvis samtaleens karakter og utvikling. Ytringene kan i lys av teorien bidra til å beskrive de ulike kommunikasjons- og samtaletrekkene. Det blir av Johnsen-Høines og Herheim (2016, s. 8) utdypet at undervisningstradisjoner ikke er lett å bryte, ettersom en lærer sin praksis ofte bygger på tradisjoner i måten å handle og å snakke på. Johnsen-Høines og Herheim (2016, s. 7) beskriver at læringsamtaler er analytiske av natur. Å få innsikt i egen samtalepraksis som lærer kan være med å videreutvikle den, hvorpå en eksempelvis kan få en forståelse av hva elevene lærer, og hvordan samtaleene eventuelt hemmer eller fremmer læring.

For å forklare og bedre forstå lærerens ytringer i lys av arbeidsprosessene til elevene under solcelleprosjektet, har modelleringsprosessen til Blum og Leiß (2007) blitt ansett som hensiktsmessig. Jeg betrakter modellering som den sykliske prosessen med å finne matematiske løsninger på virkelige problemer. I lys av solcelleprosjektet fra ARGUMENT betrakter jeg det som et eksempel på en modelleringsaktivitet. Prosjektet åpner for at elevene må forstå et realistisk problem, sette opp en modell av problemet og finne en løsning ved å arbeide med modellen matematisk, slik som Maass (2010) forklarer. Modelleringszyklusen vil bli beskrevet i [delkapittel 2.2](#), og bli benyttet videre i analysen. I analysen trekkes det frem dialoger der læreren konverserer med elevene i arbeidet med solcelleprosjektet.

Begrepet modellering er ofte knyttet til matematisk kompetanse som problemløsning (Artigue & Blomhøj, 2013). I lys av beskrivelser presentert om UBL, gir modellering en systematisk måte å forstå og arbeide med forholdet mellom matematikk og problemsituasjoner.

Modellering kan fra et læringsperspektiv dermed være en bro mellom de matematiske begrepene og ideene, og virkelige situasjoner og erfaringer. Matematisk modellering har en betydelig plass i norsk matematikkpensum som et av kjerneelementene. Modellering har som en rolle i å gi elevene innsikt i å bruke matematikk og matematiske modeller, i hverdagen, i arbeidslivet og i samfunnet.

1.4 ARGUMENT

Denne studien er skrevet som en del av forskningsprosjektet Allmenndannende realfag gjennom utforskning med ekte og nære tall – ARGUMENT. Prosjektet er et forskningssamarbeid mellom Bergen kommune, Høgskulen på Vestlandet og Universitetet i Bergen (ARGUMENT, 2018). ARGUMENT er et innovasjonsprosjekt som har som formål å utvikle kompetansen til elevene knyttet til argumentasjon og kritisk vurdering i dagsaktuelle problemstillinger. Prosjektet har også et mål om å utvikle lærernes kompetanse for at de skal kunne legge tilrette for en slik innovativ opplæring. Elevene skal i undervisning, hentet fra ARGUMENT, eksempelvis arbeide utforskende, med ekte måleserier og med argumenterende diskusjoner. Det ønskes med dette prosjektet at klasseromsforskning blir gjennomført med et tett samarbeid mellom lærere og forskere.

Undervisningsoppleggene, inkludert solcelleprosjektet, fra ARGUMENT benytter og henter data fra prosjektet Ekte Data. Ekte data er tall og datamateriale som er hentet fra det virkelige liv, uten at det har blitt behandlet eller justert. Ekte Data lager oppgaver tilpasset matematikk- og naturfagundervisning, hvor målinger og data er fra vann, land og luft (Universitetet i Bergen). Jeg kommer til å benytte meg av begrepet ekte data, og ikke ekte oppgaver. Dette er fordi det er nettopp dataene som er ekte, og ikke oppgaven i seg selv. Med andre ord har ikke oppgavene knyttet til undervisningsopplegget om solceller nødvendigvis noe ekte ved seg, ettersom skolen i utgangspunktet ikke planlegger å investere i et solcelleanlegg. Jeg kommer tilbake om undervisningsopplegget i [kapittel 3.4](#).

1.5 Oppbygging av oppgaven

Denne studien er satt sammen av totalt seks ulike kapitler. Det blir i [kapittel 2](#) presentert teori og tidligere forskning, i tillegg til rammeverket for studien. Etterfulgt av teorikapittelet, [kapittel 3](#), beskriver jeg valg av metode og mine valg knyttet til gjennomføring av datamaterialet. Videre i [kapittel 4](#) blir analyse for datamaterialet presentert, hvor [kapittel 5](#) tar for seg diskusjon av de mest sentrale funnene fra analysen i lys av teori og studiens fokus. Oppgaven avsluttes med en oppsummering i [kapittel 6](#), før [litteraturlisten](#) og [vedlegg](#).

2 Teori

I dette kapittelet skal jeg presentere studiens teoretiske ramme, med utgangspunkt i teori som jeg anser som relevant for å kunne belyse studiens tema og forskningsspørsmål. Kapittelet er delt opp i fem deler - Undersøkelsesbasert Læring (UBL), en kort presentasjon om modellering og Blum og Leiß (2007) sin modelleringsyklus, kommunikasjon og kommunikasjon i matematikklasserommet med fokus på læreren, læreren sin rolle i matematiske samtaler og UBL-inspirerte undervisningsøkter, og til slutt mitt analytiske rammeverk for studien.

2.1 Undersøkelsesbasert Læring (UBL)

Det finnes ingen klar definisjon på hva UBL er, men begrepet blir ofte forklart som en motsetning til den tradisjonelle undervisningen. Tradisjonell matematikkundervisning beskriver Alrø og Skovsmose (2006) som en undervisning som domineres av tavleundervisning og løsning av rutineoppgaver, ofte fra læreboken. Undersøkelsesbasert læring, forespørselsbasert læring, undersøkelsesbasert utdanning, Inquiry-Based Learning (IBL), og Inquiry-Based Mathematical Education (IBME), er alle begreper som har dukket opp i utdanningspolitiske og lærerplandokumenter knyttet til matematikkfaget (Artigue & Blomhøj, 2013; Pedaste et al., 2015).

Et av formålene med undersøkelsesbasert matematikkundervisning er å la elevene få lov å utforske matematiske sammenhenger og diskutere hvordan de tenker, gjerne med hverandre, hvor de har mulighet til å se på matematikkfaget som noe mer enn å pugge og repetere. (Matematikksenteret, 2020; Bruder & Prescott, 2013; Maass & Artigue, 2013; Keselman, 2003). Figur 1 viser en oppsummering av hva UBL ofte blir beskrevet som innenfor matematikkfaget (Čeretková et al., 2013, s. 15). UBL er hovedsakelig knyttet til undervisning i matematikk og naturfag, der elevene inviteres til å arbeide på den måten matematikere og vitenskapsmenn jobber. I en UBL-inspirert undervisning, må elevene eksempelvis benytte deres forkunnskaper, forenkle og strukturere komplekse problemer, observere, modellere, bevise, definere, visualisere, utforske, teste, eksperimentere, og kommunisere. Figuren viser ulike prosesser læreren og elevene gjør og må ta stilling til i en UBL-inspirert undervisning.



Figur 1: Oppsummering av hva UBL ofte blir beskrevet som, inspirert av PRIMAS (Čeretková et al., 2013, s. 15)

I følge Artigue og Blomhøj (2013) har UBL i matematikkfaget blitt oppfattet som bredere enn undersøkelse i naturfag. De trekker frem to forskjeller mellom UBL i matematikk og UBL i naturfag – hvordan spørsmål oppstår og til undersøkelsesprosessen i seg selv. I lys av forskjell nummer en, hvordan spørsmål oppstår, er realfagsundervisning sterkt bundet av hverdagerfaring eller naturfenomener, hvor matematikkundervisning stort sett er bundet av matematikken i seg selv. Eksempelvis kan påstanden «summen av to oddetall alltid er partall» lede til spørsmål som – «vil dette også være sant for summen av tre oddetall?». I lys av forskjell nummer to kan undersøkelsesprosessen i naturfag brytes ned til å skulle forutsi, designe eksperimenter, samle inn og tolke data, og trekke konklusjoner (Artigue & Blomhøj, 2013). Som en kontrast til UBL i matematikkfaget legger en større vekt på eksempelvis problemløsning, modellering og matematisering, resonnement, argumentasjon og bevis, koble sammen, representere, og kommunisere. Til sammen utgjør disse beskrivelsene en særegen matematisk tankeprosess (Artigue & Blomhøj, 2013). Artigue og Blomhøj (2013) presenterer det som er særegent for UBL i matematikkfaget, som også står i stil med figur 1 og det PRIMAS har beskrevet UBL som. Figur 1 representerer beskrivelser på UBL spesielt knyttet til matematikkfaget.

Den amerikanske filosofen og pedagogen John Dewey (1859–1952) blir av blant annet Artigue og Blomhøj (2013) og Maass og Artigue (2013) trukket frem for å være grunnleggeren av undersøkelsesbasert læring. Dewey sitt pedagogiske og filosofiske syn som ligger til grunn for UBL, er eksempelvis at utdanning skal være for alle, den skal stimulere elevene sin interesse for læring, danne mennesket slik at en kan ha en aktiv rolle i utviklingen i samfunnet, og dyrke elevenes autonomi (Artigue & Blomhøj, 2013). Med andre ord, typisk tradisjonell undervisning som bærer preg av instruksjon og drilling, skal reduseres.

2.1.1 PRIMAS

Som nevnt innledningsvis finnes det flere prosjekter som har som mål å fremme matematiske oppgaver og aktiviteter gjennom undersøkelsesbasert læring. Siden 2009 har EU finansiert flere omfattende internasjonale prosjekter rettet mot undersøkelsesbasert læring. Et av disse prosjektene er PRIMAS, Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education. Dette var et prosjekt som varte i 4 år fra 2010-2013, og var finansiert av EUs 7. rammeprogram for forskning innen «Vitenskap i Samfunnet» («Science in Society») (Abril et al., 2013). Det var totalt 14 universiteter fra 12 ulike land, inkludert Norge, som deltok i prosjektet. PRIMAS-prosjektet har lagt frem flere relevante rapporter som er aktuelle for min studie. PRIMAS trekker frem lærerens matematiske kommunikasjonskompetanse som en vesentlig faktor for utvikling av elevenes undersøkende holdninger til matematikk, noe som gjør prosjektet aktuelt å benytte i min studie. Blant annet skisserer de viktig kompetanse knyttet til UBL rettet mot lærere og lærerstudenter, veiledning for lærere for å fremme undersøkelsesbasert læring, og i tillegg har de utviklet en samling av UBL klasserommsmateriell og faglig utviklingsmaterieell.

Målet til PRIMAS er å kunne fremme og støtte undersøkende undervisning i matematikk og naturfag, hvor de ser på disse fagene som tett knyttede fagområder. De har et ønske om at flere lærere skal ta i bruk UBL i undervisningen. De ønsker å bidra med motivasjon, støtte til lærerne og elevene som ønsker å ta i bruk UBL, bidra med ressurser for faglig utvikling, og utvikle et nettverk av lærere og faglige utviklingsleverandører i de ulike deltakerlandene. Videre satser de på å informere og arbeide med beslutningstakere for å kunne støtte en forbedret utforskende praksis (Čeretková, 2013, s. 2).

2.1.2 Oppgaveparadigmet og undersøkelseslandskap

Alrø og Skovsmose (2006) trekker frem begrepet undersøkelseslandskap som et supplement i undervisnings- og læringsaktiviteter der «tradisjonell» rutinebasert tavleundervisning blir satt til side. En slik tradisjonell måte å arbeide med matematikk på, mener Skovsmose (2001, s. 123; 2003, s. 148) er å arbeide innenfor oppgaveparadigmet, hvor det er et fokus på oppgaveregning. Skovsmose (2001, s. 123; 2003, s. 148; 2006, s. 110) beskriver at dette såkalte paradigmet representerer en fasitfokusering. Matematikkundervisning i paradigmet beskrives med at læreren først gjennomgår det som skal læres, etterfulgt av at elevene arbeider med utvalgte oppgaver, ofte øvings- og repetisjonsoppgaver som følger en bestemt algoritme (Skovsmose & Säljö, 2008, s. 40).

Som en motsetning til oppgaveparadigmet presenterer Skovsmose (2001; 2003) begrepet undersøkelseslandskap. Læringsmiljøet i et undersøkelseslandskap kjennetegnes ved at en har et større fokus på selve prosessen av en matematikkoppgave. Med det menes at en ikke er opptatt av det «riktige» svaret, men hvordan en har kommet dit. Videre har læreren og elevene en mer spørrende og utforskende holdning og rolle i matematikkundervisningen. På lik linje som elevene, skal læreren sammen med elevene undre seg og stille spørsmål til oppgaven(e). Eksempelvis kan et matematisk fenomen hvor en utforsker grafer som tilsvarer hvor mye regn Bergen får, bli undersøkt. Et samarbeid mellom en lærer og en elev kan begynne med at læreren spør: «Hva hvis ...?», hvor eleven(e) undersøker og ser nærmere på tilfellet. Læreren undrer, elevene undrer; «Hva hvis ...?». Læreren kan fortsette å stille spørsmål som «Hvorfor det ...?», hvor elevene kanskje responderer med «Ja, hvorfor det ...?». Dermed kjennetegnes samtalen at verken læreren eller elevene vet helt hva de skal frem til, som resultat av å utforske grafen. Selv om læreren har en plan for aktiviteten, inkludert et faglig mål som er ment å skulle nås, kan eksempelvis eleven trekke frem noe som kanskje læreren ikke hadde tenkt på.

En slik undervisning som Skovsmose gjør rede for ligner beskrivelser av UBL. I et slikt undersøkelseslandskap skal læreren også holde undervisningen og kreativiteten i gang, og i tillegg holde innfallsvinkler åpne. Eksempelvis slik som med solcelleprosjektet, hadde ikke vi tatt med det bærekraftige elementet i elevenes validering av lønnsomheten, men det ble nevnt av en elev. Læreren syntes dette var et viktig og interessant punkt å ta opp, og benyttet denne elevens kommentar videre i undervisningen.

Matematikkundervisning i retning av et undersøkelseslandskap, vil også gi rom for at kommunikasjonsmønsteret i klasserommet endres. Selv om en endrer undervisningen til en mer undersøkende form, vil ikke nødvendigvis det tradisjonelle kommunikasjonsmønsteret plutselig forandres. En årsak til dette kan for eksempel være at et en klasse har spesifikke sosiale normer, hvor det tradisjonelle mønsteret har stor grad av stabilitet (Voigt, 1994, s. 287). Det vil med andre ord si, at det kan ta tid å endre matematikkundervisningen til en mer undersøkende undervisning på bakgrunn av grunnstrukturen i klasseromssamtalen (Voigt, 1994, s. 288). Selv om en åpner for nye kommunikasjonsmønstre i matematikkundervisningen, utelukker det likevel ikke at tradisjonelle kommunikasjonsmønstre kan oppstå, selv i en planlagt undersøkende undervisning (Voigt, 1994, s. 288). I min studie er det nettopp dette jeg er ute etter, se hvilke samtaletrekk som er fremtredenene hos læreren i en planlagt undersøkende undervisning.

Slik Skovsmose (2003, s. 148) beskriver, ønsker gjerne elevene i matematikkfaget et konkret svar på oppgavene de løser, fasisorientert. Om en befinner seg i et undersøkelseslandskap, ønsker læreren mer enn bare et svar på en oppgave av elevene. Læreren kan for eksempel spørre elevene om å utype hvordan de kom frem til et svar, eller «finnes det andre muligheter?». I et undersøkelseslandskap er dermed ikke læreren sin rolle å være en fasisforteller, men heller bli benyttet som en støttespiller for elevene. Om en klasse med en lærer og elever befinner seg i et undersøkelseslandskap, ønsker en at de skal ha spørrende og nysgjerrige væremåter. Et mål kan være å utvide elevenes matematiske forståelse og å oppnå et paradigmeskifte. Det vil si et systematisk skifte i måten å tenke på, gjerne fra en usystematisk tankegang, til å sette sammen og bruke ulike matematiske begreper og former. Eksempelvis stille spørsmål som begynner med hva, hvordan eller hvorfor sees på som et godt sted å starte. Skovsmose (2003, s. 148) forklarer og understreker at elevenes engasjement er betydningsfullt for at et undersøkelseslandskap skal kunne iverksettes. Det vil si at læreren kan invitere, men det er opp til elevene selv å ta imot tilbudet. Et mål med oppgaver knyttet til et undersøkelseslandskap er at alle elevene skal kunne delta og arbeide med samme problemstilling eller oppgave, uavhengig av matematisknivå og kompetanse. Skovsmose sine tanker om oppgaver knyttet til et undersøkelseslandskap, var viktige for oss å tenke på da vi utarbeidet undervisningsopplegget som vi skulle gi til elevene.

2.1.3 Kjennetegn på UBL – stil og oppgaver

Selv om definisjonen på UBL og Inquiry kan variere, se [figur 1](#), finnes det likevel enkelte kjennetegn som er gjentakene i oppgaver og aktiviteter for elevene: læring i forbindelse med aktiv deltakelse, tilknytning til virkeligheten, mulighet for flere løsninger, og mulighet for samarbeid med hverandre (Skovsmose & Säljö, 2008, s. 35; Mims, 2003; Şen et al., 2021; Abril et al, 2013, s. 11). Det er viktig å understreke at en undervisning eller matematikkoppgave inspirert av UBL, ikke må forveksles med å generelt gjøre eksperimenter eller praktiske oppgaver (García, 2013, s. 11).

I forsøk på å forklare og knytte matematikkundervisning til UBL, refereres det ofte til realistiske og ekte oppgaver og problemstillinger. Et mål med UBL er å engasjere elevene i en autentisk vitenskapelig oppdagelsesprosess (Pedaste et al., 2015; Şen et al., 2021). Artigue og Blomhøj (2013) forklarer at utgangspunktet for matematisering og modellering, bør knyttes til erfaringsmessige og reelle situasjoner. Det kan med andre ord være både virkelige, men også matematiske situasjoner, ettersom matematiske objekter i ulik grad blir en del av elevenes virkelighet. For at disse matematiske og gjerne abstrakte begrepene skal oppleves som nyttige for elevene i lys av virkelige problemer, vil den realistiske tilnærmingen hjelpe elevene med å konstruere meningen til dem. Mims (2003) trekker frem at elevene bør være aktive for å være engasjert i reell læring. Han fortsetter med å forklare at elever i dag faktisk ikke forstår det de lærer, hvor dette resulterer i spørsmål som «hvorfor trenger jeg å vite dette?», og «når skal jeg noen gang bruke dette?». Det å kunne ta med en meningsfull kontekst fra den virkelige verden inn i klasserommet, sees derfor på som verdifull. For å gjøre elevenes læring relevant for det virkelige liv, bør læringsmiljøet preges av ekte situasjoner og oppgaver (Mims, 2003). Med å ta utgangspunkt i elevens tidligere erfaringer, hvor det også er åpent for flere løsninger, åpner UBL muligheten for nye perspektiver på matematiske problemer og innhold (Şen et al., 2021).

PRIMAS har utviklet en modell som oppsummerer læringsutbyttet, klasseromskulturen, læringsmiljøet og rollene til lærerne og elevene i en undersøkelsesbasert undervisning. Modellen er delt i 5 ulike kategorier – *verdsette resultater*, *klasseromskultur*, *læringsmiljø*, *lærerrollen* og *elevrollen* (Abril et al., 2013, s. 8).

Verdsette resultater

- Spørrende: kristisk og kreativ
- Forbredelse på usikker fremtid og livslang læring
- Forståelse av naturfag og matematikk

Klasserommskultur

- Felles følelse av eierskap og formål
- Verdsette feil og bidrag (åpent sinn)
- Dialogisk

Læringsmiljø

- Problemer: Åpent, flere løsningsstrategier, oppleves som reell og/eller vitenskapelig relevant
- Tilgang til verktøy og ressurser
- Fra problemer til forklaringer (ikke fra eksempler til øving)

Elevene

- Stille spørsmål
- Undersøkende: Engasjere, utforske, forklare, utdype, evaluere
- Samarbeide

Lærere

- Fremme og verdsette elevenes resonnement
- Fra å fortelle til å være støttende
- Knytte til elevens opplevelser

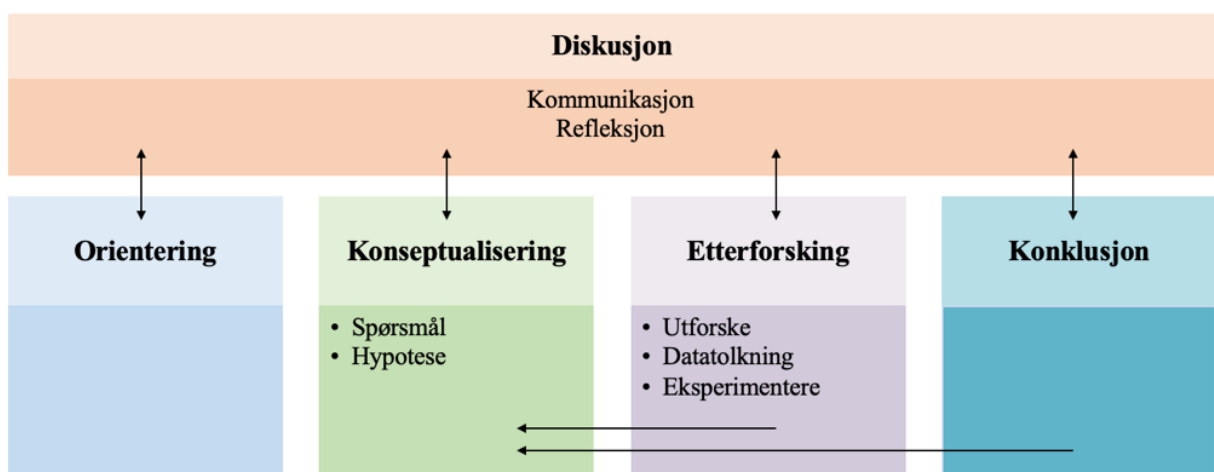
Figur 2: Kjennetegn på UBL oversatt til norsk. Inspirert av Abril et al. (2013 s. 8)

Denne modellen presenterer hvordan det å *verdsette resultatene* av en undersøkende undervisning eller oppgave, kan være med å forberede elevene på en uforutsigbar framtid og en livslang læring i lys av matematikk og naturfag. *Klasseromskulturen* i en undersøkende undervisning er dialogisk i form av samtale både mellom lærer-elev og elevene seg imellom. Med preg av et åpent sinn og en delingskultur der alle kan bidra med sine faglige innspill og synspunkter, hvor verdsetting fra elever og læreren settes høyt. *Læreren* skal gå fra å være en «kunnskapsdispenser» til en ingeniør av læringsmiljøer som både fremmer og støtter elevens resonnering. At læreren fremmer og støtter elevenes resonnering vil, ifølge Ellis et al. (2019), si at læreren forsøker å støtte eleven gjennom å veilede og forklare. Læreren vil med det forsøke å engasjere eleven(e) i å ta en aktiv del i selve resonneringsprosessen. En kan da prøve å oppmuntre elevene til å forme hypoteser og antagelser, identifisere, sammenligne og sortere mønstre og ideer. Læreren kan bidra med å oppsummere ideene presentert av elevene, og tilføre meningsfull informasjon i en samtale (Ellis et al., 2019). *Læringsmiljøet* i en undersøkende undervisning skal preges av åpne spørsmål og problemstillinger med en mulighet for flere mulige løsninger. *Elevene* skal ha mulighet til å være spørrende og nysgjerrige, gjerne samarbeide, og ikke minst være undersøkende (Abril et al., 2013).

I lys av min studie presenterer denne modellen at det er mye å ta hensyn til i en UBL-inspirert undervisning, som regler i klasserommet, normer, læringssyn og undervisningspraksis. I tillegg kan lærerens kommunikasjon med elevene være avgjørende for elevenes utbytte av undervisningen og deres utvikling av kompetanse i matematikkfaget. Å undersøke alle kategoriene som er presentert i figur 2 ville blitt alt for omfattende for mitt studie. Jeg har derfor måtte gjøre en avgrensning, og har som nevnt tidligere, valgt å se nærmere på lærerrollen, altså lærerens kommunikasjon med elevene, ettersom jeg anser kommunikasjon som betydningsfullt i undersøkelsesbasert læring. Figur 2 vil fungere som et bakteppe i min studie.

2.1.4 Fem faser av UBL

Pedaste et al. (2015) har i sin artikkel prøvd å identifisere og oppsummere hovedtrekkene i en undersøkelsesprosess med hjelp av en systematisk litteraturgjennomgang. Etter en analyse av totalt 32 artikler, endte de opp med å identifisere fem distinkte generelle undersøkelsesfaser: orientering, konseptualisering, etterforskning, konklusjon og diskusjon (Pedaste et al., 2015). Modellen utformet av Pedaste et al. (2015) starter med orientering, hvor en så beveger seg videre til konseptualisering, og deretter til etterforskning. Til slutt avslutter en med konklusjonsfasen. Diskusjonsfasen, altså kommunikasjon og refleksjonsdelen, er ofte tilstede gjennom hele økten, og kan som nevnt innledningsvis, befinne seg i alle delene i en undersøkelsesbasert undervisningsøkt. Dermed kan diskusjonsfasen kobles til alle fasene, ettersom denne kan oppstå når som helst.



Figur 3: Kjernetrekkene i en undersøkelsesprosess, inspirert av Pedaste et al. (2015)

I den første fasen, *orienteringsfasen*, blir elevene presentert for et tema av læreren. Her vil læreren gjerne gi noe informasjon som en form for grunnlag til å forstå det gitte emnet. Læreren kan eksempelvis definere et problem som skal løses. Målet er å vekke elevenes engasjement, spenning og nysgjerrighet til livet. Læreren er «provokatøren». For å nå det eventuelle målet for undervisningen og orientere elevene om emnet, kan læreren presentere en video, en bok, en tegneserie, og eller vise en eller flere artikler fra media eller avis. Nøkkelen er å motivere elevene til å lære og samtidig gi dem et grunnlag for oppfølgingsundersøkelser. Eksempelvis kan læreren nevne definisjoner av begreper som kan være aktuell for oppgaven. Før elevene begynner med oppgaven om solceller, kan læreren eksempelvis presentere temaet eksponentiell vekst som et emne knyttet til den årlige prosentvise økningen av energiprisen.

Videre i *konseptualiseringsfasen*, må elevene velge ut informasjon som kan være nyttig, og prøve å definere problemet, spørsmålet eller det oppgaven spør etter. Om det ikke allerede er presentert, kan lærere oppfordre eller be elevene å komme med et forskningsspørsmål. I det et forskningsspørsmål er på plass, enten utformet av elevene eller gitt av læreren, bør læreren oppfordre til at elevene lager en handlingsplan for å kunne svare på oppgaven. Elevene kan deles i grupper, og deretter lage en handlingsplan: «hvordan skal vi svare på dette spørsmålet?», «hvilke ressurser trenger vi?», «hva er trinnene vi må ta?». Eksempelvis kan en linjal som ressurs være nyttig når elevene arbeider med målestokk og skalakonvertering. Elevene bør i tillegg oppfordres til å stille spørsmål og gjerne komme med ulike hypoteser om hva de ser for seg at utfallet kan være. En lærer sin jobb under denne fasen er med andre ord å gi elevene en viss kontroll over undervisningens retning, uten at det legges for mange føringer for utfallet. Her kan læreren benytte seg av spørsmål og kommentarer fra elevene, for å stimulere dem til å utforske og undersøke.

Elevene skal i den *etterforskende fasen* aktivt utforske, eksperimentere, observere og drive med datainnsamling. Her bør de organisere og registrere dataene som skal være med videre og benyttes i de neste fasene. I denne fasen bør læreren trekke seg litt tilbake, og la elevene være i fokus. Elevene tar her i bruk deres strategier og deres handlingsplan, som de ble enige om i forrige fase. Læreren rolle er å legge til rette for nettopp denne utforskningen, og deretter legge til rette for gruppediskusjoner. Eksempelvis i en matematikkoppgave hvor temaet statistikk er sentralt, kan elevene legge frem deres funn av en eventuell spørreundersøkelse i et diagram. I den sammenheng må elevene gå gjennom og organisere de innsamlende dataene som skal benyttes i den endelige fremstillingen.

I den nest siste fasen, *konklusjonsfasen*, skal elevene gå over de dataene de har samlet inn. Her vender elevene tilbake til forskningsspørsmålet fra den andre fasen og forsøker å svare på det. I konklusjonsfasen får elevene en mulighet til å reflektere over de dataene de har samlet inn og analysere dem, koble forklaring til teori – «har de svart på de spørsmålene de lurte på fra fase en og to?, «hvordan skal de presentere informasjonen?», og eventuelt, hvilke nye spørsmål har elevene. Det vil si at elevene kan ende med å legge frem og presentere en ny hypotese, eller en modell for å forklare et fenomen.

Avslutningsvis bør elevene i *diskusjonsfasen* få utforske deres nye kunnskap – «hva betyr dette?», hvordan påvirker dette min forståelse?», og «hvordan og hva kan jeg bruke denne kunnskapen til i fremtiden?». I en diskusjon, enten helklasse, gruppevis eller hvordan læreren ønsker å organisere dette, bør legges tilrette slik at elevene får tenke og forklare. Læreren skal legge til rette for denne diskusjonen, åpne for at elevene og individet selv kan stille nysgjerrige spørsmål som kan stimulere til tenkning av høyere orden. Eksempelvis kan elevene bli spurt om hvordan og hva de har tenkt, eller om deres hypoteser har endret seg, og eventuelt på hvilken måte – «hva eller er det noe som har overrasket deg under denne etterforskningen?». Det kan også være lurt å diskutere deres funn og nye kunnskaper opp mot verden utenfor klasserommet. Eksempelvis kan diskusjoner om økonomi og bærekraft være sentralt å snakke om i lys av solcelleinstallasjon.

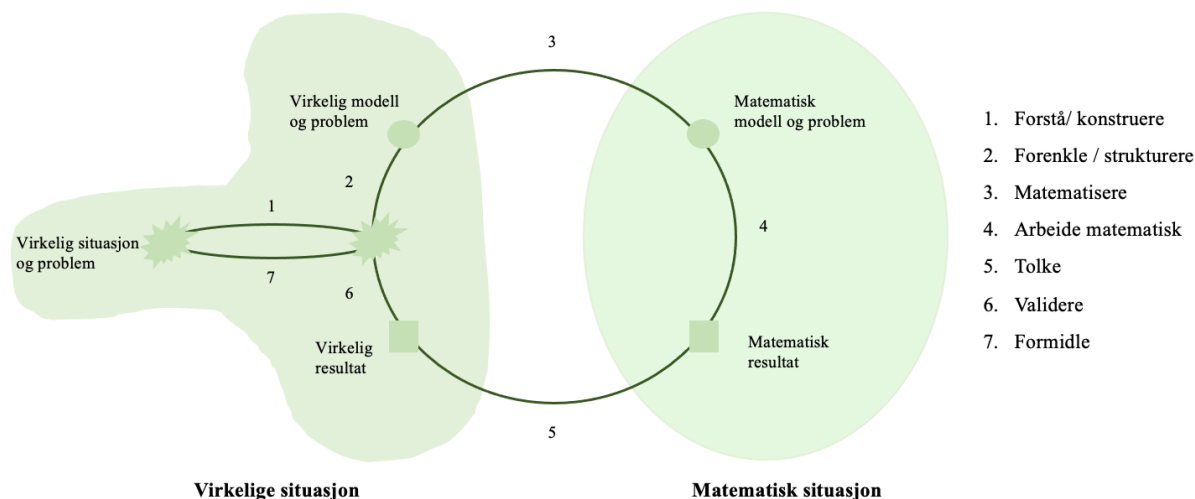
2.2 Modellering

Selv om begrepet modellering ofte er knyttet til matematiske kompetanser som problemløsning, utgjør også modellering en kompetanse i seg selv, som må utvikles gjennom hensiktsmessige modelleringsaktiviteter (Artigue & Blomhøj, 2013). En kan beskrive matematisk modellering som en aktivitet som involverer overganger mellom den virkelige verden og den matematiske verden (Maass, 2010). Maass (2010) definerer en oppgave i matematisk modellering som følgende; «Modelling means understanding a realistic problem, setting up a model of the problem and finding a solution by working on the model mathematically». I denne studien har jeg benyttet meg av modellering i analysen, og legger vekt på forståelsen av modellering som en del av UBL i matematikkfaget. I lys av [figur 1](#), blir modellering nevnt som et kjennetegn eller beskrivelse på UBL. Blomhøj (2000, s. 123) presiserer at det er viktig å beherske den undersøkende siden av modelleringskompetansen i dagens høyteknologiske samfunn.

Blant flere modelleringsprosedyrer, har jeg valgt Blum og Leiß (2007) sin modell som utgangspunkt for å beskrive de ulike stegene i lys av solcelleoppgaven og hva læreren sier i de ulike fasene gjennom en slik modelleringsprosess, se [figur 4](#). Undervisningsopplegget fra ARGUMENT tar i bruk ekte data, og har benyttet inspirasjon fra virkeligheten. For analysen har jeg derfor valgt å se på lærerens samtaletrekk i dialog med elevene, og plassert dem under de syv fasene i modelleringsprosedyren. Modellen til Blum og Leiß (2007, s. 225) består av elementer som å samle informasjon, konstruere og forenkle en modell av en situasjon til en reell modell, matematisere og beregne, tolke og validere resultater. Modellen åpner også muligheten for å vurdere sosiale, økonomiske, kulturelle og etiske aspekter av matematikken i lys av den virkelige verden, i tillegg til de vitenskapelige aspektene, for å deretter å kunne konkludere.

I denne studien blir begrepet modellering benyttet som et begrep under UBL, sett i lys av figur 1. Modellering, som en del av UBL, gir en systematisk måte å forstå og arbeide med forholdet mellom matematikk og problemsituasjoner. Modellering kan fra et læringsperspektiv dermed være en bro mellom de matematiske begrepene og ideene, og virkelige situasjoner og erfaringer. Solcelleprosjektet fra ARGUMENT er et eksempel på en modelleringsaktivitet, ettersom elevene skal matematisere en situasjon hentet fra den virkelige verden. En av årsakene til at vi valgte oppgaven om solceller, var at denne ville være interessant knyttet til dagens strømsituasjon. Hana (2013, s. 220) trekker frem at nyheter kan være et godt utgangspunkt for å finne aktuelle autentiske problemstillinger hvor elevene kan se sammenhengen mellom skolematematikken og hverdagen.

Haines og Crouch (2010, s. 146) forklarer at bruken av en syklisk modelleringsprosess startet på slutten av 1970-tallet. I den sammenheng ble syklusen benyttet av ingeniørstudenter for å få dem til å beskrive de ulike stadiene de måtte gjennom for å demonstrere en realistisk modell og tilnærming til virkeligheten. Det må også poengteres at denne sykliske modelleringsprosessen også kan benyttes i ikke-utforskende oppgaver.



Figur 4: Modelleringsprosess oversatt til norsk, inspirert av Blum og Leiß (2007)

En styrke ved Blum og Leiß (2007) sin modell er, at den har en tydelig form, beskriver prosessen og gir beskrivende navn for hver av de ulike underkompetansene eller fasene som inngår i arbeidet med matematisk modellering. Modellen til Blum og Leiß (2007, s. 225) har totalt syv overganger som beskriver de ulike trinnene elevene går gjennom i forbindelse med en modelleringsoppgave. Den beskriver en syklisk prosess som involverer overgangen fra en virkelig situasjon til en matematisk situasjon og deretter tilbake til den virkelige situasjonen. Syklusen er som følger;

- 1) Problemløseren må *forstå* problemet eller oppgaven fra den virkelige verden, og *konstruere* en individuell, mental modell.
- 2) Den gitte situasjonen bør deretter *forenkles* og *struktureres*. Problemløseren må gjøre noen antagelser i lys av sin mentale modell, og fokusere på det som er verdt å ta med videre av informasjon. Disse antagelsene bør fremdeles gi et forenklet, men riktig bilde av den virkelige situasjonen.
- 3) I neste steg skal det konstrueres en passende matematisk modell, gjennom å *matematisere*. Matematisering av den virkelige modellen er en prosess hvor en benytter relevante matematiske begreper og gjør utregninger, på en slik måte at den virkelige modellen kan bli til en matematisk modell.
- 4) Det å *arbeide matematisk* vil eksempelvis si at en gjør ulike matematiske beregninger, setter opp uttrykk, løser likninger og tar i bruk ulike matematiske verktøy for å få et matematisk resultat.

- 5) Videre må en *tolke* det matematiske resultatet i lys av den virkelige verden. Man må vurdere om den matematiske modellen kan benyttes som en modell for det virkelige problemet.
- 6) I steg nummer seks må en gjøre en *validering* av resultatet – er det fornuftig? Med et fornuftig resultat vurderer en, om forenklingene er tilstrekkelige. Dersom valideringen av resultat ikke er fornuftig, kan det være nødvendig å se på antagelsene fra punkt 2, og gjenta prosessen. Er det noen justeringer som bør gjøres, legges til eller trekkes fra?
- 7) Løsningen på det virkelige problemet skrives ned, og modelleringsprosessen avsluttes i *formidlingsfasen*. En legger frem eller presenterer resultatet, enten for en lærer, en annen gruppe/ person eller for klassen.

Om en arbeider med matematisk modellering i en slik prosess eller syklus, er det viktig å påpeke at en ikke alltid følger numrenes kronologiske rekkefølge, men hvor en gjerne jobber seg «frem og tilbake» mellom dem. Det fremmes av flere at en modelleringsprosess er en syklus med en start og en slutt, hvor det arbeides med et problem fra virkeligheten (Blum & Leiß, 2007; Haines & Crouch, 2010; Leiss et al., 2010). Fordelen med at det er en syklus og ikke en lineær prosess, er at den åpner for muligheten til å bevege seg mellom de ulike fasene. Det må påpekes at både modellen til Blum og Leiß (2007, s. 225) og andre modelleringsmodeller er uregelmessige, og eksempelvis vil en undervisning ikke alltid være lik denne ideelle syklusen.

2.3 Blum og Leiß (2007) versus Pedaste et al. (2015): En oppsummering

Jeg har for min studie valgt å ta med både Blum og Leiß (2007) og Pedaste et al. (2015) sine modeller. Pedaste et al. (2015) sin modell over de ulike fasene i en undersøkelsesbasert økt påpeker og oppsummerer kjernetrekkene i læringsprosessen, men hvor Blum og Leiß (2007) sin modell tar utgangspunkt i å beskrive de ulike stegene elevene skal igjennom i en modelleringsaktivitet.

Hovedmålet med Pedaste et al. (2015) sin modell er å gi lærere et rammeverk som kan brukes for å sikre en effektiv undersøkelsesbasert læringsprosess. Modellen har for min del blitt benyttet i planleggingsfasen av undervisningsopplegget til datainnsamlingen. Slik som

Pedaste et al. (2015) beskriver, kan modellen deres være en veiledning for lærere og bli benyttet for å utforme hovedstrukturen i et læringsmiljø.

Modellen til Blum og Leiß (2007) tar utgangspunkt i å beskrive de ulike stegene elevene skal gjennom i en modelleringsprosess. Ettersom jeg var på utkikk etter hvilke samtaletrekk som kunne identifiseres hos en lærer i en UBL-inspirert økt med bruk av ekte tall, ønsket jeg å se strukturert på hva læreren sa og gjorde i de ulike fasene som elevene befant seg i. Det vil si at jeg ønsket å observere hva læreren sa i samtale med elevene, i de situasjonene som kunne knyttes til konkrete øyeblikk der elevene arbeidet matematisk. Jeg valgte derfor å benytte meg av Blum og Leiß (2007) sin modelleringsyklus i analysen, da denne er noe mer spesifikk, med to ekstra faser, sammenlignet opp mot Pedaste et al. (2015) sin modell. En styrke ved Blum og Leiß (2007) sin modell, er at den er tydelig i form av at den beskriver prosessen detaljert. Modellen gir beskrivende navn for hver av de ulike underkompetansene eller fasene som inngår i arbeidet med matematisk modellering. Jeg synes de beskriver modelleringsprosessen godt, den passer læreplanens definisjon av modellering og i tillegg er den mye brukt i fagmiljøet.

Min tolkning av modellen til Pedaste et al. (2015) er at denne er rettet mot lærere i lys av å planlegge en undersøkelsesbasert undervising, hvor Blum og Leiß (2007) sin modell beskriver konkrete faser elevene må gjennom når de arbeider med en modelleringsoppgave.

2.4 Kommunikasjon

Klasseromskommunikasjon er både kompleks og sentral i all klasseromsaktivitet (Walsh, 2011). Det kan av og til være utfordrende, både for lærerne og elevene, å forstå hva som skjer i lys av alle de interaksjonene som kan oppstå i klasserommet. Ikke bare kan interaksjonene være raske og involvere mange, men kan i tillegg ha flere funksjoner samtidig – søke informasjon, oppfølging, gi råd og så videre. I lys av kommunikasjonens kompleksitet og sentralitet i læring og undervisning, er det rimelig å tenke at enhver innsats for å forbedre undervisningen, bør starte med å se på klasseromsinteraksjonene (Walsh, 2011). Det er gjennom språk i samhandling at vi får tilgang til ny kunnskap, tilegner oss og utvikler nye ferdigheter, identifiserer problemer, og etablerer og vedlikeholder relasjoner.

Johnsen-Høines og Herheim (2016, s. 8) nevner at lærerens klasseromspraksis ikke kan sees på som noe individuelt, hvor også Linell (1998, s. 70) påpeker at det ikke er tilstrekkelig å se på en dialog som en serie av individuelle handlinger. En er avhengig av å se på samtalen som en sosial praksis, hvor de individuelle bidragene i dialogen ikke kan forstås isolert fra hverandre. Dette er noe Alrø og Skovsmose (2006, s. 125) også trekker frem, hvor språkhandlingene ikke nødvendigvis forekommer i en bestemt rekkefølge, men fremtrer i ulike kombinasjoner og mønstre. Hvordan lærere og elever snakker sammen er av betydning i matematikklasserommet. Samtalen mellom en lærer og elevene er med å påvirke utviklingen av elevenes holdning til matematikk, i tillegg til hva og hvordan elevene lærer (Johnsen-Høines & Herheim, 2016, s. 7).

Videre vil jeg gjøre rede for de ulike samtaletrekkene som kan oppstå i en matematikkundervisning, som jeg også har benyttet for min analyse. Avslutningsvis presenteres det analytiske redskapet for studien.

2.4.1 Samtaletrekk: Kommunikasjon i matematikklasserommet

Drageset (2014, s. 283) trekker frem at klasseromssamtaler bør bestå av muligheter der elevene kan bidra med å kunne utvikle deres matematiske forståelse. Franke et al. (2007, s. 230) beskriver å utvikle matematisk forståelse slik:

Developing mathematical understanding requires that students have the opportunity to present problem solutions, make conjectures, talk about a variety of mathematical representations, explain their solution processes, prove why solutions work, and make explicit generalizations.

Ut fra beskrivelsen til Franke et al. (2007), bør det vies større plass til elevenes ord. I følge Wæge (2015, s. 22) handler ikke matematiske diskusjoner bare om at læreren skal stille spørsmål om hva elevene har tenkt. Læreren skal, i tråd med matematikkfagets relevans og verdier, blant annet være en støttespiller og hjelpe dem i en helklassesdiskusjon med å se sammenhenger og bygge på deres matematiske ideer. Johnsen-Høines og Herheim (2016, s. 13) beskriver at matematikklærere skal kunne løfte frem elevens interesser i samtaler, og fremme fagligheten i dem. Som lærer skal en ikke nødvendigvis overta aktiviteten eller interessen, men være nysgjerrig på samtalenes innhold.

Frankie et al. (2007, s. 231) forklarer at elever ofte blir bedt om å lytte og huske det læreren sier i matematikklasserommet. Han utdyper dette videre med å forklare at det blir lagt lite vekt på at elevene skal tenke høyt, snakke i grupper eller i helklasse om ulike ideer, og eller komme med en formodning eller konsensus om en matematisk ide. Videre påpekes det at selv i undervisning med fokus på forståelse, finner en ofte samme kommunikasjonsmønstre. Læreren spiller dermed en sentral og viktig rolle både som støttespiller for elevene, og for å kunne skape en positiv holdning til matematikk.

The way teachers support mathematical discourse matters. Even in what may seem like the simplest form of classroom discourse – large–group discussion to foster students' participation in thinking through a problem - the teacher must attend to many issues. (Franke et al, 2007, s. 231).

Altså, lærerens rolle og støtte under en matematikkundervisning er av betydning. En lærer må, i følge Franke et al (2007, s. 231), ta stilling til mange ulike problemer. Alt fra enkle og mindre utfordringer, en til en, og til full klasseromsdiskusjon. Undervisningen og læreren er en av de viktigste faktorene knyttet til elevens holdning til matematikkfaget (Di Martino & Zan, 2010; Evang, 2020). Di Martino og Zan (2010) skriver at undervisning som i større grad fokuserer på prosessene fremfor resultatene, kan motvirke elevenes negative holdninger til matematikk. Læreren kan ved å benytte seg av utforskende samtaler, eksempelvis med et fokus på å utfordre, være kritisk og fremstille alternative hypoteser, etablere og opprettholde den matematiske kvaliteten i undervisningen (Evang, 2020). Det kreves likevel mer av elevene om en lærer ønsker og ber om forklaring og argumentasjon (Drageset, 2016, s. 169). Dette kan være utfordrende spesielt om elevene ikke er vant med denne type undervisning, gjerne der kommunikasjonen mellom elev og lærer er i en mer tradisjonell form. Eksempel på det tradisjonelle klasserom er ofte en matematikkundervisning som består, og gjerne domineres av, tavleundervisning og det å løse rutinebaserte oppgaver (Wæge, 2007). Skovsmose (2003) trekker frem at å arbeide i det tradisjonelle klasserommet med matematikk, tilsvarer å arbeide innenfor oppgaveparadigmet, hvor det er et stort fokus på oppgaveregning.

2.4.2 IRE/IRF

IRE eller IRF er kanskje det mest kjente eller det mest dominerende kommunikasjonsmønsteret knyttet til de mer tradisjonelle klasseromssamtalene/undervisningene (Wells, 1999, s. 167; Drageset, 2014, s. 282; Cazden, 2001, s. 30; Franke et

al., 2007, s. 231; Johnsen-Høines & Herheim, 2016, s. 10; Johnsen-Høines & Alrø, 2010, s. 22). Dette kommunikasjonsmønsteret er en tredelt sekvens hvor bokstavene står for lærer Initiating, elev Respons og lærer Evaluering eller lærer Feedback (tilbakemelding). Videre i denne studien kommer jeg til å benytte meg av forkortelsen IRF. I en slik type kommunikasjon er det læreren som ofte blir hovedtaleren – læreren initierer spørsmål, etterfulgt av at elevene svarer og læreren evaluerer responsen. Følgende er et eksempel på hvordan en samtale av IRF kan være;

Tabell 1: Eksempel på en generell og spesifikk IRF-samtale

Et generelt eksempel (Lærerforberedelse)	Et spesifikt eksempel i matematikk (Læreren gjør seg klar for siste oppsummering)
Spørsmål fra læreren	Lærer: Hva står X for?
(Læreren ber elevene svare) (Noen elever rekker opp hendene, og læreren velger en elev som skal svare)	(Læreren ber elevene svare) (Malvin rekker opp hånden)
Elevsvar	Elev: X står for 5
Lærerevaluering (Lærer gir tilleggsinformasjon)	Lærer: Bra, det er riktig.

Denne form for kommunikasjon kan gi læreren enkelte fordeler. Det vil si at læreren er den som har og bevarer kontrollen over samtalen og emnet. Elevene får altså liten mulighet til selv å ta initiativ og komme med innspill i samtalen. Dette kommunikasjonsmønsteret er gjenkjennbar for både lærerne og elevene, og har en sterk posisjon i undervisningen (Johnsen-Høines & Alrø, 2010, s. 22). Ettersom den er gjenkjennelig, kan den for noen oppleves som trygg, men for andre disiplinerende og autoritær. Hyppigheten av forekomster av IRF varierer, men likevel anslås det at denne formen ofte fremkommer i kommunikasjon mellom lærer og elever i det typiske klasserommet (Wells, 1999, s. 167). Det er også verdt å påpeke at IRF kan finne sted i alle undervisningsfag, og ikke spesielt i matematikkfaget. Saswati (2019, s. 36) forklarer at IRF-mønsteret kan fremme læringsmuligheter og faktisk kommunikasjon i klasserommet. Dette utdypes med at læreren kan starte samtalen ved å benytte seg av «referansespørsmål», i stedet for «displayspørsmål». Referensielle spørsmål er altså spørsmål hvor en ber om svar som ikke er kjent for læreren. Slike spørsmålene kan gi ny informasjon til læreren, mens displayspørsmål tester elevenes kunnskap. Læreren kan benytte IRF-mønsteret for å gi retning når de er i et øvingsstadium. Saswati (2019, s. 36) trekker frem at enkelte elever kan ha et behov for at læreren starter samtalen med å stille dem spørsmål, hvor

de kan svare og få tilbakemelding. Herfra kan det så være lettere for elevene å delta i dialogen, og senere ta initiativ for en samtale. IRF-mønsteret kan lette den elevinitierte kommunikasjonen og kan legge til rette for læringsmuligheter for dem (Saswati, 2019).

Ifølge Cazden (2001, s. 46) har kommunikasjonsmønsteret IRF noen vesentlige utfordringer, blant annet ved at læreren gjerne stiller spørsmål som vedkommende allerede vet svaret på. Spørsmålene er «uautentiske», som betyr at læreren «tester» elevens kunnskaper, hvor læreren «lokker» frem litt og litt opplysninger på allerede bestemte punkter. Denne lærer-elev-dialogen kunne i utgangspunktet bare vært en form for forelesing, altså en lærermonolog (Cazden, 2001, s. 46; Wells, 1999, s. 168). En undervisning og klasseromskultur hvor elever og lærere er vant med at læreren er den som forteller hvordan oppgavene skal løses, har ofte en forutsigbarhet. Klassen har en form for samtale hvor de kjenner reglene (Johnsen-Høines & Herheim, 2016, s. 10). Johnsen-Høines og Herheim (2016, s. 10) utdyper dette med at denne formen for samtale kan oppleves som effektiv og føles «naturlig» gjerne innenfor et læringsmiljø som preges av oppgaveparadigmet. En slik IRF-struktur preges gjerne av en dominerende lærer. En endring, til eventuelt en undersøkende form, kan forandre samtalestrukturen hvorpå den blir mindre forutsigbar. (Johnsen-Høines & Alrø, 2010, s. 22). Kommunikasjonsmønsteret som en ofte knytter til oppgaveparadigme kan ligne og minne om IRF. Om læreren stiller lukkede og ledende spørsmål, kan dette også ligne traktmønsteret. Jeg kommer tilbake til denne formen for samtale under 2.4.4.

2.4.3 Topaze-effekten

Topaze-effekten er et samtaletrekk som en også kan identifisere og observere i matematikkundervisningen. Dette samtaletrekket blir beskrevet av Brousseau (1997, s. 25), og stammer fra det franske skuespillet av Marcel Pagnols, kalt Topaze, fra 1928. I dette skuespillet gir læreren en diktat til en elev som er svak i rettskriving. Skuespillet endte med at læreren avslørte mer og mer av stavelsen av ordet, og avsluttet med å ta ansvar for den vesentlige delen av arbeidet til eleven (Brousseau, 1997, s. 25). Det vil med andre ord si at eleven da klarte å skrive ordet, men uten at han selv kunne stave det. I den sammenheng blir topaze-effekten sitt kjennetegn, at det eleven svarer eller må svare, er bestemt på forhånd av læreren (Brousseau, 1997, s. 25; Novotná & Hošpesová, 2007, s. 25-26; Strømskag, 2022, s. 56). Læreren velger å gi spørsmål på en slik måte, at det tenkte svaret blir gitt. Eleven fra skuespillet fikk flere og flere hint, og på lik linje kan en lærer i matematikklasserommet stille

lettere og lettere spørsmål. Meningen og betydningen av oppgaven endres, på bakgrunn av at kunnskapen som kreves for å svare på spørsmålene, også endres.

Et eksempel på hvordan dette samtaletrekket utspiller seg kan beskrives med et ønske fra en lærer, at elevene selv skal kunne svare og være aktive i en gitt oppgave. I tilfeller der dette ikke skjer, ønsker læreren å omformulere det forventede svaret, uten å si dette direkte, på ulike måter. Eksempelvis kan læreren gi hint til en elev som strever eller står fast. Læreren kan også avgrense oppgaven med å stille eleven enklere spørsmål, som igjen gjør det enklere å forstå, om hintene ikke har effekt. Dette kan resultere i at læreren bare forteller denne eleven hva vedkommende skal skrive. I enkelte tilfeller kan bruken av topaze-effekten lede til reduserende intellektuelle krav hos elevene (Novotná & Hošpesová, 2007, s. 26). Det er en type reaksjon, handling eller svar som forventes fra elevene, hvor læreren erstatter forklaringen med et hint.

2.4.4 Traktmønster

Kang og Kilpatrick (1992, s. 6) kategoriserer traktmønsteret (funnel pattern of interaction) som en underkategori av topaze-effekten, beskrevet av Bauersfeld i 1988. De utdyper dette med at læreren i traktmønsteret veileder elevene mot et ønsket resultat, ved hjelp av en rekke spørsmål. Eksempelvis refererer de til opplæring i algebra med bruk av lærebøker, som fremhever bruken av kalkulator og instruksjoner.

Johnsen-Høines og Herheim (2016, s. 11) forklarer dette kommunikasjonsmønsteret med at elevene sine besvarelser, eksempelvis i en helklassesdiskusjon, blir vendt inn mot et mer ensidig og snevert fokus. En kan tegne et bilde der elevene spiller statister i lærerens forklaringer. Lærerens spørsmål kan tolkes som «steg for steg» mot det rette svaret. Om eleven ikke svarer «riktig» eller konkret på det læreren tenker, kan det forekomme en form for spenning mellom lærer og elev frem til det riktige svaret blir sagt (Bauersfeld, 1998, s. 225). Det spiller ingen rolle hvem som sa svaret, enten læreren eller eleven(e). Ifølge Bauersfeld (1998, s. 226) kan et slik kommunikasjonsmønster oppstå uten at noen av partene, altså læreren eller elevene, vet eller tenker over det. Slik Bauersfeld (1998, s. 226) legger det frem, vil læreren på et tidspunkt være så fokusert på å få det korrekte svaret fra eleven(e). Eksempelvis kan et enkelt ord fra en elev være nok til at læreren dermed selv presenterer den «rette» løsningen. En samtale kunne vært slik;

Tabell 2: Eksempel på en samtale av traktmønsteret

Lærer:	Har dere sett på tabellen?
Elev:	Ja.
Lærer:	Gir den mening?
Elev:	Ja. Det er så mye kilowattimer hver måned.
Lærer:	Hvis du zoomer litt inn, gir den mening?
Elev:	Gir mening?
Lærer:	Ser det riktige ut?
Elev:	I januar er det vinter, og da burde det vært dyrt.
Lærer:	Ja.
Elev:	Det kan jo være at de har kjøpt apparat som krever mye strøm, også har de kvittet seg med det til januar.
Lærer:	Ja, det er en mulighet. Hva apparat var her i desember som var vekke i januar?
Elev:	Jeg vet ikke.
Lærer:	Den andre gruppen pitchet en ide om at det er det totale forbruket når du har kommet så langt i året.
Elev:	Åja.
Lærer:	Så tallene fra januar er 180 000, og februar er tallene for både januar og februar.
Elev:	Åja ...

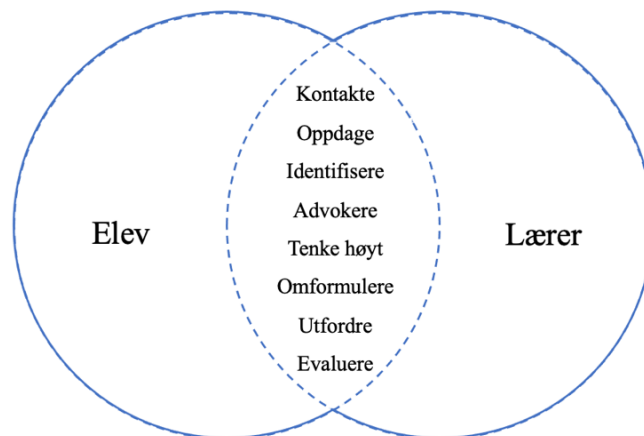
2.4.5 Fokuseringsmønster

Wood (1998, s. 172) presenterer kommunikasjonsmønsteret focusing pattern of interaction, altså fokuseringsmønsteret. I likhet med topaze-effekten og traktmønsteret er også læreren involvert i fokuseringsmønsteret med å stille en rekke spørsmål. Forskjellen er likevel viktig. Med topaze-effekten og traktmønsteret veileder læreren elevene mot et ønsket resultat, ved hjelp av en rekke spørsmål, og det eleven svarer eller må svare, er bestemt på forhånd av læreren. Som en forskjell er fokuset og oppmerksomheten med fokuseringsmønsteret rettet mot elevene, og deres løsning, besvarelse og tankegang på en oppgave. En situasjon kan eksempelvis være; en klasse har fått en oppgave som de skal løse i grupper eller individuelt. I undervisningen ønsker læreren at en eller flere elever skal presentere deres løsning på den gitte matematikkoppgaven høyt for klassen. Læreren blir så oppmerksom på en av løsningene, eksempelvis at det var en løsning vedkommende ikke hadde tenkt på, eller at presentasjonen kan være vanskelig for de andre elevene å forstå (Wood, 1998, s. 173). Med dette kan læreren så stille spørsmål som: «Kan du fortelle hva du gjorde for å komme frem til det svaret? Kanskje det kan hjelpe oss andre med å se det samme. Hva gjorde/ tenkte du?». Hensikten med å stille slike spørsmål er for å fokusere på og rette oppmerksomhet mot et gitt aspekt ved løsningen (Wood, 1998, s. 175). I dette tilfellet får eleven et *fokuserende* spørsmål av læreren, hvor eleven får mulighet til å reflektere, forklare og sette ord på egen tenkemåte for de andre i klassen. Videre får også resten av elevene en mulighet til å få presentert en annen løsning av

oppgaven, mens de selv prøver å forså det unike aspektet ved den gitte presentasjonen (Wood, 1998, s. 175).

2.4.6 IC-modellen

Inquiry Co-operation model, IC-modellen, er utviklet av Alrø og Skovsmose (2006) for å kunne beskrive kommunikasjonsmønstre i undersøkende matematikkundervisning. Modellen sammenfatter åtte dialogiske handlinger som støtter matematikklæring når de brukes aktivt som en del av en samtale: å komme i *kontakt* (for et godt samarbeid), *oppdage* (forstå problemet), *identifisere* (matematikken i problemet), *advokere* (undersøke ideer), *tenke høyt* (synliggjøre perspektiver og tanker), *omformulere* (avklare og avdekke misoppfatninger), *utfordre* (stille spørsmål av ideer) og til slutt *evaluere* (gi tilbakemelding).



Figur 5: IC-modellen av Alrø & Skovsmose (2006, s. 112), oversatt til norsk.

Der sirkelene overlapper, illustrerer modellen de dialoghandlingene som er fremtredende i en undersøkende dialog mellom en lærer og elev. Modellen er et verktøy som kan benyttes for å identifisere dialoghandlingene som finner sted mellom en lærer og elev, men har også blitt brukt i analyse av samtaler elever dem i mellom (Alrø & Skovsmose, 2006, s. 112). Ved en undersøkende prosess som Alrø og Skovsmose (2006) refererer til, rettes søkelyset mot selve prosessen fremfor det riktige svaret i en oppgave. De mener at læring ikke kan overføres, hvor rammene for matematikkundervisningen bør fokusere på å tilrettelegge slik at læring blir mulig. Alrø og Skovsmose (2006) ønsker derfor å utfordre oppgaveparadigmet. Den undersøkende rammen åpner for nye former for læringssamtaler, og plasserer denne type matematikkundervisning under begrepet undersøkelseslandskap.

Alrø og Skovsmose (2006) har benyttet IC-modellen til å analysere matematiske dialoger ved å se på hvilke dialoghandlingene som er tilstede i matematikkundervisningen, og hvordan de påvirker samtalen. De presiserer at en dialog kan være så mangt, hvor de især refererer til de åtte språkhandlingene referert i [figur 5](#). En forutsetning for at dialogiske handlinger skal opptre i undervisningen, er at oppgaven åpner og gir muligheter for undersøkende aktiviteter. Likevel må det påpekes at de ulike språkhandlingene fra IC-modellen ikke alltid er tilstede gjennom en hel undervisningsøkt, hvor de kan oppstå sporadisk. For at en dialog skal kunne klassifiseres som undersøkende i lys av IC-modellen, er en viktig betingelse at læreren tar utgangspunkt i elevenes perspektiv. Med andre ord skal det altså være elevenes perspektiv, og ikke lærerens forklaringer, som skal være utgangspunktet for det undersøkende samarbeidet. Da modellen er designet for å analysere dialog med utgangspunkt i en undersøkende og utforskende matematikkundervisning, er den attraktiv for mitt studie. Bakgrunn for valg av IC-modellen er først og fremst at den tar utgangspunkt i en undersøkende undervisning, i liket med vårt undervisningsopplegg som har blitt benyttet i datainnsamlingen.

Dialoghandlingene har ulike funksjoner, men aktiv lytting er en betingelse. Aktiv lytting, slik Alrø og Skovsmose (2002) presiserer, er eksempelvis at den som lytter har et ansvar for å stille spørsmål, gi støtte og prøve å forstå den som prater. Det å komme i *kontakt* handler ikke bare om at læreren skal gi oppmerksomhet og lytte, men at begge partene, læreren og eleven(e) «tuner» seg inn mot hverandre.

Videre kan partene i samtalen *oppdage*, uttrykke og synliggjøre ulike perspektiver på samtalsens overflate. De skal finne ut av noe en ikke visste eller var klar over fra før. Læreren kan eksempelvis invitere eleven inn i et undersøkelseslandskap, og spørre eleven om hvordan vedkommende oppfatter et gitt matematisk problem. Det kan være utfordrende for en elev å uttrykke eksempelvis matematiske ideer eller forklare hva vedkommende tenker om et problem. Læreren kan da fungere som en fasilitator ved å stille undersøkende, og hypotetiske «hva-nå-hvis»-spørsmål. Å fasilitere er også i følge Yackel & Cobb (1996) en viktig del av lærerens rolle i en undersøkende matematikkundervisning. Læreren kan altså hjelpe elevene å uttrykke det de ikke er i stand til å forklare på egenhånd. Læreren spørsmål kan så følges opp av elevenes undrende, og avklarende spørsmål. Læreren kan stille undersøkende spørsmål som «hva om ...?», «hvorfor det?», «hvorfor tenkte du slik?». Selv om Alrø og Skovsmose (2006) ikke nevner undersøkende spørsmål som et av dialoghandlingene i IC-modellen, ser jeg likevel på dem som en sentral del av en undersøkende dialog. Det er også viktig å påpeke

at slike hypotetiske spørsmål kan ha andre innvirkninger enn undersøkende. Spørsmålene kan oppfattes som ironiske, kontrollerende, distanserende eller rett og slett være helt irrelevant. I den sammenheng er en derfor avhengig av kontekst. Det vil si at de hypotetiske spørsmålene må være i en undrende og åpen kontekst for å kunne fungere som et dialogisk element i lys av undersøkelsen. Alrø og Skovsmose (2006) nevner for såvidt at den undrende og åpne konteksten er grunnleggende for at dialoghandlingene skal fungere i en undersøkende prosess.

Med å ha oppdaget og utforsket ulike perspektiver blir det så mulig å *identifisere* det matematiske innholdet. Eleven kan eksempelvis uttrykke sitt perspektiv, hvor læreren så omsetter dette med et mer matematisk språk. Elevenes tanker om problemet blir identifisert i matematisk terminologi, ikke bare av læreren, men også av eleven selv. Å identifisere det matematiske innholdet legger også et grunnlag for den videre utforskningen. De tidligere «hva-nå-hvis»-spørsmålene blir nå til hvorfor-spørsmål. Igjen, om ikke situasjonen er åpen eller undrende, kan spørsmålenes tolkes som kontrollerende. Dette kan hemme den nysgjerrige undersøkende aktiviteten, og stoppe elevenes prosess i å reflektere. Prosessen kan også ta en annen retning, hvor eleven er den som forsøker å forstå lærerens perspektiv. Om en slik situasjon oppstår forstår jeg det slik at dialogen ikke lenger følger IC-modellen. Som nevnt, er en viktig betingelse at læreren tar utgangspunkt i elevens oppfattelse av problemet.

Videre og neste dialoghandling er å *advokere*. Både læreren og elevene kan komme med ideer og perspektiver for å løse et problem, uten å legge det frem på en slik måte – «slik skal det gjøres». Det de uttrykker er heller ment som å presentere noe som kan undersøkes videre. Å advokere betyr derfor å argumentere for, og diskutere ulike og mulige løsningsstrategier. Å *tenke høyt* er også en sentral del av å advokere, der perspektiver og tanker blir synliggjort for felleskapet, enten om det er i helklasse, for gruppen eller mellom en lærer og elev. De ulike bidragene er med å etablere en felles kollektiv forståelse. Dialoghandlingen å tenke høyt, vil si at det som en har inni seg gjøres offentlig – «learning by talking».

For å unngå eventuelle misforståelser, kan læreren og eller elevene, *omformulere* hverandres utsagn. Med å omformulere kan vedkommende sjekke om en virkelig forsto det som ble sagt – «har jeg forstått det du tenkte?». Deltakerne i dialogen kan med å benytte seg av parafrasering i større grad forstå og skape nye forståelser sammen. Det å omformulere har en svært viktig funksjon med at det signaliserer at det som ble sagt er av betydning. Å gjenta det som ble sagt eller å stille en form for check-spørsmål er med å opprettholde kontakten mellom deltagerne av dialogen.

Videre kan læreren *utfordre* eleven(e). Å utfordre er i følge Alrø og Skovsmose (2006), at eksempelvis læreren stiller spørsmål med allerede oppnådd erkjennelser eller fastlåste forståelser. Utfordringer kan også bety utforskning av alternative muligheter. En avklaring av perspektiver er en forutsetning for å kunne utfordre elevene. Utfordringen bør også tilpasses elevens nivå og oppfattelse av problemet. Videre er det en forutsetning at noen griper utfordringen, for at utfordringen skal ha en positiv funksjon. Er eksempelvis ikke kontakten tilstede, kan utfordringen ha en negativ innvirkning og være et vendepunkt i elevenes undersøkelse. Læreren og elevene kan også komme med *evaluerende* ytringer. En evaluering kan ytres på mange måter – korrigere feil, gi negativ kritikk, konstruktiv feedback, gode råd, ros eller bekreftelse.

Tabell 3: Egen modell med oversikt over de åtte språkhandlingene i IC-modellen. Fra Alrø og Skovsmose (2006).

Handling	Kort forklaring	Eksempel
Kontakte	Å være til stede, oppmerksom på hverandre og hverandres bidrag. Skape positiv relasjon. Etablering av kontakt er viktig for å etablere et samarbeid. Lytte og respektere.	«Aha», «Hmm», «Det er et veldig godt spørsmål»
Oppdage	Å finne ut av noe en ikke visste/ var klar over. Evne til å formulere problemstilling og være kritisk. Sammen oppdage og synliggjøre perspektiver. Utforske/ prøve ulike alternativer. «Zoome-inn» på en tanke istedenfor å avfeie den. Åpne spørsmål.	Hypotetiske- og «hva om»/ «hva hvis»-spørsmål.
Identifisere	Definere matematiske prinsipper som stammer fra en felles oppdagelse. Invitasjon til refleksjon. Prøve å forstå hva en har oppdaget. Identifisere, forklare og sette ord på en matematisk ide eller perspektiv. Tydeliggjøring av ideer. Utforske perspektiver og ideer i bred forstand.	Åpne hvorfor –spørsmål. «Hvorfor vil du eventuelt ha sesonger?»
Advokere	Å etablere en felles forståelse. Ta utgangspunkt i noe en allerede vet og komme med forslag til undersøkning. Kollektiv refleksjon. Fokuserer og dveler med en ide. Avklare i fellesskap, samtidig være undersøkende til det en har avklart. Drivstoffet er forhandlingene i undersøkelsen. Å forhandle	Hvorfor tenker du slik? Skal vi prøve noe annet/ noe nytt?
Tenke høyt	Å uttrykke sine tanker, følelser og ideer. Det en har inni seg gjøres offentlig, hvorpå det er med å bidra som en ressurs for fellesskapet. «Learning by talking». Kan forekomme i ulike former som muntlig, tegninger, grafer og modeller.	«Så klokken 8 på kvelden, når alle er hjemme, da skal alle ha lys på. Da er jo det høye strømpriser.»

Omformulere	Parafasere. Kan brukes som en bekreftelse – «har jeg forstått det du tenkte?». For å signalisere at det som ble sagt ble hørt. Opprettholdelse av kontakten i den undersøkende samtalen. Felles forståelse, og avdekke misoppfatninger. Check-spørsmål. Gjenta/ repetere, gjerne med et annet tonefall.	«Sånn 30 år, 34 år?» «34 år?»
Utfordre	Utfordre gjennom hypotetiske spørsmål. Utforske alternative muligheter. En betingelse for at en utfordring skal lykkes er at noen griper den. Stille spørsmål ved allerede etablert kunnskap. Viktig å trå varsomt fordi prosessen kan stoppe opp. Eks ivrighet kan påvirke prosessen negativt – hele tiden utfordrer.	Spørsmål som – hva og hvordan.
Evaluere	Kommer i ulik form – korrigerer feil, gi negativ kritikk, konstruktiv feedback, gode råd, ros eller bekreftelse.	«Det er jo en måte å gjøre det på.» «Det er ikke en dum ide»

Flere av dialoghandlingene Alrø og Skovsmose (2006) presenterer i IC-modellen er ofte overlappende og koblet sammen. Det vil si at selv om en elev eller lærer eksempelvis *tenker høyt*, kan det også handle om at en har *oppdaget* noe, eller har *identifisert* det en har oppdaget. Videre kan en elev eller lærer *oppdage* noe og *utfordre*, om personen så stiller et hypotetisk spørsmål. Dette kan så være med på å gi den foregående samtalen en vending hvorpå noe nytt undersøkes. Å *advokere* kan også komme i den form, hvor en ubearbeidet tanke uttrykkes gjennom at en elev eller lærer *tenker høyt*, og er åpen for å prøve flere muligheter. Å *omformulere* og å skape *kontakt* sees i sammenheng med at en eksempelvis viser interesse for medelevene eller læreren sitt perspektiv ved at en lytter, er tilstede, og gjerne parafaserer for å vise interesse. Dette kan en igjen knytte til det å *advokere*, ved at en eksempelvis ønsker å etablere en felles forståelse av et perspektiv.

Presentasjonen av modellen viser at det kan være utfordrende å skille dialoghandlingen fra hverandre. Jeg har likevel valgt å inkludere alle de 8 språkhandlingene når jeg ser på datamaterialet for ikke å ekskludere konteksten sin innvirkning. Det er uforutsigbart hvilken retning en dialog tar. En lærer har, i følge Alrø og Skovsmose (2006, s. 125) ansvaret for undervisningen, og at det faglige innholdet er på et tilpasset nivå. Raske beslutninger kan være nødvendige, der eksempelvis enkelte deler av en undervisning vil bestå av instruksjon, forklaring og input fra læreren. Utover dette vil skolekonteksten og de faste rutinene i seg selv, ikke alltid gi det beste utgangspunktet for en utforskende dialog. Alrø og Skovsmose (2006, s. 125) påpeker at en slik undersøkende undervisning skal være et supplement om en ønsker variasjon i disse rutinene.

2.5 Læreren sin rolle; i matematiske samtaler og UBL-inspirerte økter

Stein et al. (2008) trekker frem det å tilrettelegge helklassediskusjoner, hvor en skal benytte elevsvar i undervisningen for å fremme det matematiske innholdet som en sentral utfordring. Videre presenteres det at lærer ofte møter varierende elevresponser når de arbeider med krevende oppgaver, hvor læreren må finne ulike måter å veilede klassen på med å benytte seg av disse elevinnspillene.

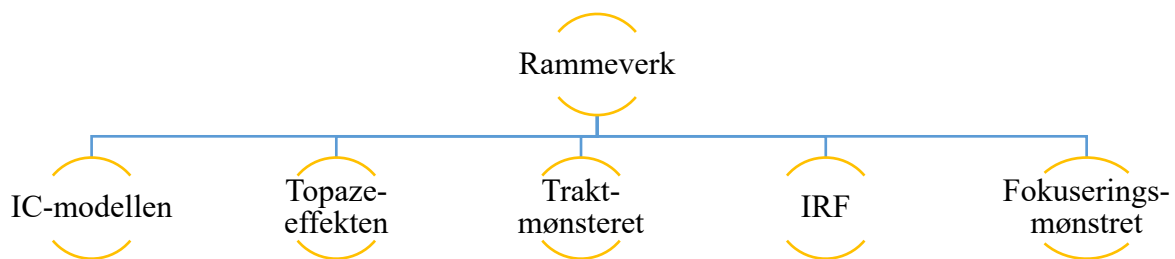
Stein et al., (2008) presenterer at matematiske diskusjoner er en sentral del av effektiv matematikkundervisning. Det forventes at rollen som lærer i en UBL inspirert økt beveger seg vekk fra tanken om å være en «kunnskapsdispenser» til å bli noe de beskriver som en ingeniør av læringsmiljøer (Stein et al., 2008). Med det menes at læreren skal under diskusjoner i klassen utvikle og bygge videre på elevene, i stedet for å vurdere bestemte tilnærminger som riktige eller demonstrere hvordan å løse forutsigbare oppgaver. Som nevnt, blir elevene og klassen i en UBL inspirert økt presentert for mer realistiske og gjerne komplekse matematiske oppgaver. Elevene bruker hverandre som ressurser, og avslutningsvis deler sine fremgangsmåter og løsninger i en helklassediskusjon som ofte er ledet av læreren. Stein et al. (2008) forklarer at denne type samtaledialoger og helklassediskusjoner kan være med å støtte elevenes læring i matematikk. Dette utdypes med at helklassediskusjonen kan hjelpe elevene med å lære matematiske samtalepraksiser, og oppmuntre elevene til å tenke offentlig, konstruere og evaluere sine egne og andre sine matematiske ideer. Det er viktig å påpeke at allerede eksisterende klasseromsnormer vil påvirke matematikkundervisningen. Klasseromsnormene bør som utgangspunkt i en UBL inspirert økt støtte undersøkende og utforskende læring, som inkluderer respekt for medelevers innspill og verdsetting av matematisk argumentasjon (Stein et al., 2008).

Oppsummert må læreren ta stilling til flere valg i forbindelse med oppgaver gitt i lys av en UBL inspirert undervisningsøkt – både før, under og etter. Læreren må velge *passende oppgaver* for elevene. Det vil si å finne oppgaver som gjerne er utenfor lærebøkene, og typiske rutinebaserte oppgaver. Her er det en forutsetning at læreren kjenner elevene for å kunne foreslå innholdsrike oppgaver, med autentiske spørsmål, som likevel ikke blir for enkle. Læreren må gjøre et *pedagogisk skifte* fra å være en «kunnskapsdispenser» til en ingeniør av læringsmiljøer (Stein et al., 2008). Læreren må også ta hensyn til klasseromsatmosfæren, og *etablere en støttende klasseromskultur*. Det vil si at respekt og aksept av andre sine ideer fremmes, fremfor kunnskapsrik autoritet. Dette er viktige elementer

som kan påvirke lærerens samtale med elevene i en utforskende undervisning. Eksempelvis, slik som Alrø og Skovsmose (2006) påpeker, kan det være vanskelig å utfordre elevene om eksempelvis kontakten ikke er tilstede, der utfordringen kan ha en negativ innvirkning i elevenes undersøkelse.

2.6 Analyseredskap for kommunikasjon i undersøkende matematikkundervisning

Figuren under viser mitt analytiske redskap som en syntese av teorier satt sammen for å passe mitt formål med studien. Det analytiske redskapet representerer de ulike teoretiske perspektivene på samtalemønstre som tar utgangspunkt i læreren i samtale med elevene. Dette redskapet er grunnlaget for min kvalitative analyse av kommunikasjonen mellom læreren og elevene i den undersøkende matematikkundervisningen.



Figur 6: Mitt analyseredskap

Selv om noen av kommunikasjonsmønstrene er mer knyttet til det en vil kalle tradisjonell undervisning, har jeg valgt å ta dem med som en del av mitt rammeverk for analysen. Dette er på bakgrunn av, at selv om en endrer undervisningen til en mer undersøkende form, vil ikke nødvendigvis det tradisjonelle kommunikasjonsmønsteret plutselig endres. Selv om en åpner for nye kommunikasjonsmønstre i matematikkundervisningen, utelukker det likevel ikke at tradisjonelle kommunikasjonsmønstre kan oppstå, selv i en planlagt undersøkende undervisning. Derfor har jeg valgt å inkludere samtlige av de nevnte kommunikasjonsmønstrene.

3 Metodisk tilnærming

I dette kapittelet gjør jeg rede for min metodiske tilnærming. For å kunne svare på forskningsspørsmålet mitt har jeg, sammen med to andre medstudenter, valgt å observere og ta video- og lydopptak av en undervisning på ungdomsskolen. Jeg vil derfor benytte meg av «vi» i forbindelse med valg og avgjørelser som har blitt tatt sammen med dem.

3.1 Kvalitativ tilnærming

Med denne studien ønsket jeg å undersøke lærerens samtaletrekk i en undersøkende undervisning, og jeg hadde et behov for å være så nær lærer- og elevutsagnene i undervisningstimene som mulig. Valget falt på observasjon med video- og lydopptak ettersom jeg ønsket å gå dypere inn i kommunikasjonen i en autentisk situasjon, fremfor eksempelvis et intervju. Dalland (2020, s. 54) uttrykker at kvalitative metoder fokuserer på å undersøke mening, opplevelser og forståelse som ikke kan måles. Det er også viktig å fremheve at ved en slik kvalitativ tilnærming, at jeg som forsker analyserer datamaterialet og dens informasjon ut i fra mitt synspunkt. Det vil derfor være verdifullt at mitt perspektiv, tolkning og valg blir synliggjort, hvor en på den måten kan se hvordan jeg har påvirket studien.

Robson og McCartan (2016, s. 24-25) beskriver at det i prinsippet er like mange realiteter som det er mennesker. Det vil si at en situasjon i klasserommet kan tolkes ulikt av meg, versus en elev eller lærer som tilhører og kjenner klassen. Min oppgave er å prøve å forstå de ulike sosiale konstruksjonene. Det vil si at det læreren sa i en gitt situasjon kan forstås og tolkes forskjellig. Immanuel Kant påpeker et skille mellom verden i seg selv og den verden vi opplever (Skott et al., 2008, s. 516). Det vil med andre ord si at det vi tolker gjennom våre egne kunnskaper, erfaringer og handlinger, kan tolkes forskjellig av oss mennesker, selv ut fra samme hendelse og situasjon. Med en slik tanke som bakteppe, kan en situasjon i klasserommet observeres forskjellig. I redegjørelsen for metoder for datainnsamling og analyse vil jeg etterstrebe transparens, ettersom jeg er bevisst på at andre forskere kan oppfatte og tolke en situasjon fra datamaterialet mitt på andre måter.

3.1.1 Sosialkonstruktivistisk paradigme som fundament

I min studie undersøker jeg lærerens samtaletrekk i kommunikasjon med elever. Robson og McCartan (2016, s. 18) presenterer at ved kvalitativ samfunnsforskning er fokuset på

mennesker i sosiale situasjoner. Videre fremstiller de at ved denne tilnærmingen er både forskeren og dem det forskes på, mennesker, og at konteksten blir sett på som viktig – å forstå mennesker i deres naturlige omgivelser. Klasserommet er læreren og elevenes naturlige omgivelser, hvor den sosiale verden blir sett på som en skapelse av de involverte. Derfor er en kvalitativ tilnærming egnet for min studie.

For min studie handler det om hvordan læreren som individ samhandler i en situasjon med elevene. Det indikeres med sosialkonstruktivisme at sosiale egenskaper konstrueres gjennom interaksjoner mellom mennesker. Det påpekes av Robson og McCartan (2016, s. 24) at mening ikke eksisterer i seg selv, men at den er konstruert av mennesker når de samhandler. Det vil si at lærerens samtaletrekk kan påvirke eksempelvis hvordan elevene konstruerer mening om et bestemt tema eller emne. Om læreren er oppmuntrende, stiller spørsmål, og åpner for at elevene kan dele deres tanker og ideer, i tillegg viser interesse for deres ytringer, kan dette være med å skape et positivt og inkluderende klassemiljø. Dominerer læreren samtalen, gir elevene lite rom for deres meninger, og viser lite interesse for dem og deres perspektiver, kan elevene føle seg utestengt og mindre motivert til å delta.

3.2 Observasjon som datainnsamlingsmetode

Krumsvik (2014, s. 142) beskriver observasjon som en «systematisk overvåkning av adferd eller tale i naturlige situasjoner». Christoffersen og Johannessen (2012, s. 61) beskriver at datamaterialet en får ved å benytte observasjon som «regel er detaljerte beskrivelser av menneskers aktiviteter, atferd eller handlinger». Videre forsøker en å registrere dette på en eller annen måte, og deretter beskrive, analysere og tolke det en har observert. En av de mest sentrale feilkildene i en observasjon er forskeren selv ifølge Dalland et al. (2021, s. 129). For å sikre at alle vi tre studentene fikk det aktuelle datamaterialet, og for å unngå å bli farget av situasjonene på bakgrunn av våre erfaringer, valgte vi derfor å ta video- og lydopptak av læreren og noen utvalgte grupper i klassen. Etersom jeg var interessert i hva læreren sa, festet vi en egen mikrofon på læreren. Utenom dette hadde fire elevgrupper, valgt vilkårlig av læreren, en diktafon hver i tillegg til et videokamera rettet mot seg. I tillegg til video- og lydopptak, har jeg benyttet feltnotater for å fremkalle et mangfoldig datamateriale. De ulike datainnsamlingsmetodene har gitt meg en mulighet å få innsikt i lærerens og elevenes ytringer og utsagn ved å analysere dem grundig, og se dem i sammenheng med hverandre.

3.3 Datainnsamlingsprosessen

3.3.1 Forskerrollen

Vi valgte, etter samtale med våre veiledere, å være ikke-deltakende observatører, eller det Johannessen et al. (2010, s. 127) kaller tilstedeværende observatør, da vi skulle samle inn datamaterialet. Læreren og klassens første møte med oss var også den første dagen vi gjennomførte datainnsamlingen på. Dette er noe som kan ha skapt en endring på den naturlige klasseromssettingen. Det vil si at elevene kan ha blitt påvirket av at tre ukjente personer var tilstede. Vi hadde et ønske om å møte dem i forkant, men det lot seg dessverre ikke gjøre av praktiske årsaker.

Ettersom jeg ønsket å fokusere på læreren, var det viktig for meg å kunne observere vedkommende til enhver tid. På denne måten kunne jeg få med meg situasjoner som kanskje ikke videokameraet eller mikrofonen oppfattet. I et klasserom kan det oppstå uforutsette hendelser underveis som kan ha innvirkning på en eller flere samtaler, eller være med å påvirke holdningen til læreren og eller elevene i en gitt situasjon. Ettersom kameraene bare filmet utvalgte grupper, var min ikke-deltakende rolle viktig for å kunne ha mulighet til å notere, om det skulle oppstå slike uforutsette hendelser.

3.3.2 Utvalget

Etter at SIKT, tidligere NSD, godkjente vårt forskningsprosjekt via ARGUMENT, tok vi kontakt med flere skoler via e-post i Bergen og omegn. Dessverre opplevde vi å få lite respons. I begynnelsen av denne prosessen var flere skoler i streik, noe som bød på en ekstra utfordring.

Basert på dårlig respons fra flere skoler, besluttet vi derfor å kontakte veilederne våre for hjelp. Vi fikk kontakt med en matematikklærer via en av veilederne på Høgskulen på Vestlandet. Med hensyn til tilgjengelighet og tidsramme, var det en fordel at klassen var fra Bergen eller omegn. Det foregikk en strategisk utvelgelse av informantene. Det betyr at en tenker gjennom en målgruppe for studien før en velger ut hensiktsmessige informanter som kan bidra til å besvare forskningsspørsmålet (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 50). På grunn av undervisningsopplegget hadde vi både en kriteriebasert utvelgelse, og et bekvemmelighets utvalg. Christoffersen og Johannessen (2012, s. 51) skriver at en kriteriebasert utvelgelse innebærer at informantene velges ut fra noen kriterier. Vi søkte etter

en matematikklærer på ungdomsskolen. For vårt tilfelle er undervisningsopplegget et tverrfaglig opplegg med matematikk og naturfag på ungdomsskolenivå (8.–10. trinn). Det var også en fordel om læreren underviste i naturfag, men ikke et krav. At vi gikk for et kriteriebasert og bekvemmelighets utvalg, vil si at vi gjorde det som var enklest og mest bekvemmelig for vårt studie, noe som kan ha påvirket denne studien (Christoffersen og Johannessen (2012, s. 52). Dette begrunnes med at vi hadde lite respons og tilgang til informanter, som gjorde det likegyldig for hvordan utvelgelsen foregikk. Ettersom undervisningsopplegget også var designet til klasser på et ungdomsskoletrinn, utelukket dette også barneskoletrinnene.

Vi stilte ingen krav til at læreren kjente til eller hadde arbeidet med undersøkelsesbasert læring i matematikkfaget fra før. Likevel skal termen å *utforske* eller lignende beskrivelser av UBL være kjent gjennom LK20. En kan finne begrepet *utforsk* under samtlige klassetrinn i kompetansemålene, og lignende beskrivelser av UBL under flere av fagets kjerneelementer. I samtale med læreren før første dag med datainnsamling, kom det frem at denne læreren kjente til begrepet UBL, men hadde selv jobbet lite med dette. Faktorer som alder, yrkeserfaring og kjønn har vært irrelevant for oppgavens formål, og vi har dermed ikke tatt hensyn til dette i forbindelse med valg av informanter. Etter godkjenning fra rektor på benyttet skole, ble informasjon og samtykkeskjema levert fortløpende til elevene på 10. trinn.

I denne studien vil skolen, læreren og elevene omtales med fiktive navn. Alder og kjønn på læreren er som nevnt irrelevant for studiens formål, og vil heller ikke bli oppgitt, og detaljer som kan avsløre skolen er fjernet. I analysen vil paronymet «han» bli benyttet for flyt i teksten. I undervisningsopplegget fikk elevene et utsnitt av skolen fra Google Maps, men dette er fjernet i [vedlegget](#) som presenterer oppgaven. Skolens navn omtales som Abel Skolen i denne studien.

I lys av at det bare er en klasse og en lærer som utgjør utvalget i denne studien, er det viktig å understreke at det ikke gir et generaliserende bilde eller resultat på et generelt grunnlag. Det vil si at de dataene og funnene som blir beskrevet i denne studien ikke er representative for norske lærere og klasser generelt, men kun for det utvalget som har deltatt. Funnene som blir presentert må derfor leses i lys av de forbehold.

3.3.3 Video- og lydopptak

I denne studien har det blitt tatt i bruk ikke-deltakende observasjon, med støtte i video- og lydopptak, og feltnotater. Video- og lydopptakene har vært et nyttig redskap som har gjort det mulig å studere lærer-elev samtalene i detalj. Sammen har opptakene gjort det mulig å transkribere mer nøyaktig. Vi har både kunnet se og høre situasjoner og hendelser flere ganger. Videoopptakene kom til god hjelp og støtte, da både læreren og elevene refererte og pekte på ting i rommet og på pc-skjermene under selve undervisningen. Dette var til stor fordel til det transkriberte datamaterialet da vi kunne se og få bekreftet hva elevene og læreren refererte til. Uten video- og lydopptakene hadde det i større grad vært mer utfordrende å få innsyn i kommunikasjonen som foregikk hos elevgruppene og i lærer-elev-samtalene. Det har også vært hensiktsmessig for oss å være frigjort til å fange opp andre situasjoner og de ikke-verbale handlingene som kunne forekomme (Postholm, 2005, s. 62).

Ved bruk av tekniske hjelpemidler, som video- og lydopptak, kan en ikke unngå å vurdere hvilken påvirkning det kan ha hatt på informantene. Christoffersen og Johannessen (2012, s. 71) nevner at det kan være forstyrrende for informantene at det plutselig er et kamera og eller lydopptaker i klasserommet. På en annen side mener jeg at dette var nødvendig i lys av min studie og for å kunne svare på forskningsspørsmålet mitt. For å ikke stresse med å notere alt som skjedde underveis, og for å ikke miste viktige detaljer, så vi på en kombinasjon av video- og lydopptak som det beste alternativet.

Det er både fordeler og ulemper med å benytte seg av observasjon med video- og lydopptak. En av de største fordelene er at metoden er direkte. Med det menes at opptakene viser hva som faktisk skjedde og foregikk i de ulike situasjonene. Som tidligere nevnt, kan jeg på denne måten studere i detalj det som skjedde, og hva læreren sa/ gjorde (Robson og McCartan, 2016, s 320). Denne måten gjorde det enklere å gi meg et detaljert bilde av hva læreren sin kommunikasjon i den undersøkende undervisningsøkten. Videre vil også kombinasjonen av video- og lydopptak støtte oss som forskere sin persepsjon. På en annen side, og på lik linje som at det er tre ukjente studenter i klasserommet, vil også bruken av video- og lydopptakene kunne påvirke læreren og elevene under klasseromsøktene. Det er ikke utenkelig at det datamaterialet vi har samlet inn hadde vært annerledes om eksempelvis vi studentene og eller video- og lydopptak ikke hadde vært til stede.

3.3.4 Transkripsjon

Etter å ha samlet inn all data, fordelte vi de ulike video- og lydopptakene oss i mellom. Det var nødvendig å overføre all datamaterialet til tekst, slik at jeg enklere kunne systematisere og analysere de ulike situasjonene. Vi transkriberte alle opptakene, det vil si både myggmikrofonen og diktafonene.

Jeg valgte å transkribere all form for kommunikasjon. Det vil si at jeg har notert ned det som ble sagt, i tillegg har jeg også har skrevet ned annen informasjon som ble ansett som hensiktsmessig, eksempelvis latter og plassering i klasserommet. Pauser i samtalen ble notert ned med tidspunkt på pausene og eventuell annen relevant beskrivelse. Selve transkripsjonen av datamaterialet skjedde fortløpende etter at vi var ferdig med selve datainnsamlingen. I transkripsjonen hvor enten en elev eller lærer snakker lavt eller utydelig ble markert med tre prikker mellom to parenteser – (...). Om en elev eller lærer ble avbrutt når vedkommende snakket, har jeg valgt å markere dette med tre prikker – Opptak hvor det har kommet inn andre som ikke tilhørte klassen eller hvor lyden fra opptaket forsvant, har blitt markert med tre streker mellom to parenteser – (---).

Alle utsagn fra transkripsjonen har blitt nummerert for å gjøre det lettere å referere til dem i analysen. Hvert utsagn fikk også tildelt «lærer» eller fiktive navn på elever i hensyn til personvern. Det ble totalt ca 1985 samtalekommentarer fra mitt datamateriale, fra myggmikrofonen.

3.3.5 Feltnotater – ustrukturert observasjon

I tillegg til å benytte meg av video- og lydopptak, valgte jeg å ta notater av læreren underveis. Dette gjorde jeg for å være sikker på at jeg fikk et helhetlig bilde om det skulle oppstå en situasjon hvor læreren ikke var med på video, eller befant seg utenfor klasserommet som eventuelt kunne påvirke læreren sin oppførsel. Notatene var av ustrukturert observasjon hvor jeg ikke satt noen spesielle parametere for hva jeg skulle se etter. Det vil si at den eller de som blir observert styrer hva jeg som observatør skal notere og observere.

3.4 Undervisningsopplegget

I samarbeid med prosjektet ARGUMENT har vi tilpasset et undervisningsopplegg som vi benyttet oss av i datainnsamlingen. Prosjektet har ferdigutviklet fem tverrfaglige

undervisningsopplegg, innenfor matematikk og naturfag, med temaene klimaendringer, kosthold, antibiotikaresistens, søvn og solceller. Vi valgte temaet solceller med hensikt å gjennomføre et undersøkende undervisningsopplegg i matematikk. Valget av temaet solceller ble gjort på bakgrunn av at vi fant temaet om solceller aktuell i lys av dagens situasjon med blant annet høye strømpriser. For at undervisningsopplegget kunne gjennomføres innenfor rammene av fire skoletimer, ble det gjort en rekke endringer på det opprinnelige opplegget. I neste avsnitt gjør jeg rede for disse endringene.

3.4.1 Utarbeidelsen

ARGUMENT sitt undervisningsopplegg er et tverrfaglig og komplett program foreslått til 20 undervisningstimer. Dette skapte noen utfordringer ettersom vi bare hadde to doble klokketimer tilgjengelig for datainnsamling. Alle vi tre studentene har et matematisk fokus på vår masteroppgave, hvor ønsket var å komprimere opplegget på en slik måte at det fikk et tydelig matematisk fokus. Kunnskap om solceller er ikke nødvendigvis et tema eller noe en lærer om i matematikk. Uten noe informasjon om hva en solcelle er eller hvordan de fungerer, ville gjennomføringen av solcelleprosjektet være noe utfordrende. Den naturfaglige delen kunne dermed ikke ekskluderes helt. Ettersom vi ikke kjente til hverken læreren eller klassen og deres tidligere kunnskap, gjorde vi et valg om å gå ut fra læreplanen om hva elevene skal ha lært i 10. klasse. Elevene skal etter 10. trinn, i naturfag, ha vært innom eksempelvis kompetansemålene «gjøre rede for energibevaring og energikvalitet og utforske ulike måter å omdanne, transportere og lagre energi på» og «drøfte hvordan energiproduksjon og energibruk kan påvirke miljøet lokalt og globalt» (Kunnskapsdepartementet, 2019a).

Selve utarbeidelsen av undervisningsopplegget ble revidert flere ganger. Vi leste og satt oss godt inn i den allerede eksisterende læringsløypen, og testet opplegget selv. Det innebar at vi satte oss inn i elevenes situasjon, tok tiden på hvor lang tid vi brukte, og prøvde å løse oppgaven slik de ville blitt presentert for elevene. På den måten prøvde vi å finne eventuelle fallgruver, punkter som måtte kuttes eller tydeliggjøres. Vi tok også vekk enkelte lenker knyttet til nyhetssaker som vi tenkte kunne distrahere elevene fra oppgavene. I prosessen kontaktet vi også flere solcelleleverandører for å få tak i mer informasjon om solcellepaneler. Her fikk vi blant annet informasjon om ulike priser på solcellepanelene, montering, og strømproduksjon. Ved å gjøre dette fikk vi tak i oppdaterte opplysninger, slik at oppgaven skulle være mest mulig nøyaktig og virkelighetsnær. Ettersom vi brukte en del tid på dette, tenkte vi også at elevene ville bruke tid på dette. Hadde vi ikke hatt en tidsbegrensning på fire

klokketimer, hadde vi nok valgt å la elevene få finne og bestemme dette selv, da det ville vært et interessant punkt å validere i en diskusjon – kostnad versus garanti versus energi.

I tillegg til å kontakte de ulike solcelleleverandørene, har vi også vært i kontakt med Bergen kommune. Dette gjorde vi for å få tak i den gitte skolens strømforbruk, igjen for å kunne gi elevene ekte tall. Etter endring og tilrettelegging av undervisningsopplegget, ble så dette diskutert med veilederne. Det må påpekes at vi hadde utfordringer med å få tak i strømforbruket til skolen av Bergen kommune, hvor dette var noe som ble lagt til senere i prosessen, tett opp mot innsamlingen av datamaterialet.

Vi fant ikke spesifikke læringsmål fra læreplanen i matematikk (eller naturfag) i det opprinnelige opplegget, men vi valgte å legge dette til i vårt reviderte undervisningsopplegg, [vedlegg 1](#). Vi valgte eksempelvis å inkludere kompetansemålet «modellere situasjoner knyttet til reelle datasett, presentere resultatene og argumentere for at modellene er gyldige» (Kunnskapsdepartementet, 2019b), fordi elever ofte spør «hvorfør gjør vi dette?». Vi anvendte nettopp dette kompetansemålet ettersom det støtter Maass (2010) sin definisjon av en matematisk modelleringsoppgave. Elevene måtte modellere eller prosjektere deres solcelleanlegg ved å benytte ekte data, beskrive hva de hadde gjort og avslutningsvis finne en løsning om dette var lønnsomt for skolen, å investere i et solcelleanlegg eller ikke. Ved å kunne referere til konkrete mål ga vi uttrykk for hva som lå til grunn for økten, og hva som var forventet å mestre etter endt undervisning. Selve undervisningen skulle bli gjennomført av matematikklæreren for den utvalgte klassen. Læreren fikk tilsendt undervisningsopplegget på forhånd, og kunne komme med forslag til endringer. Han hadde ingen ytterligere kommentarer eller ønske om å endre noe, men informerte om at det kunne være noen utfordringer for enkelte av elevene knyttet til oppleggets innhold, blant annet på bakgrunn av streik og korona. Skovsmose (2003, s. 148) forklarer og understreker at et mål med oppgaver knyttet til UBL og undersøkelseslandskap, er at alle elevene skal kunne delta og arbeide med samme problemstilling eller oppgave, uavhengig av matematisknivå og kompetanse. Vi hadde Skovsmose sine tanker i bakhodet, og etter videre samtale med læreren ble vi enige om å gjennomføre undervisningen som planlagt, uten å gjøre ytterligere endringer eller tilpassinger.

3.4.2 Solceller – er det lønnsomt for skolen?

Undervisningsopplegget er delt opp i to deler og er et eksempel på en modelleringsoppgave, [vedlegg 1](#). Som forklart i teorikapittelet, kan oppgaven om solcellene kategoriseres som en

modelleringsoppgave da elevene må forstå et realistisk problem, sette opp en modell av problemet og finne en løsning ved å arbeide matematisk. Dette fordi oppgaven tar utgangspunkt i en virkelig situasjon, og blir formidlet og beskrevet i en kombinasjon av tekst, bilder og tabell. Modelleringsoppgaver generelt skiller seg fra vanlige tekstopp-gaver, eksempelvis ved at opplysninger en trenger ofte ikke er gitt. I denne oppgaven må elevene finne blant annet skoletakets areal eller den delen av taket de velger å bruke, og hvor mye sol skolen får. I den første delen av undervisningsopplegget skal elevene finne ut hvordan og hvor de ville plassert et solcelleanlegg på taket, for å få mest mulig produksjon av strøm. Her skal elevene finne ut arealet på taket der de velger å plassere solcellene, hvor mye sol en kan anta at solcelleanlegget vil bli eksponert for, beregne hvor mye deres anlegg vil koste og hvor mye strøm det kan produsere. Undervisningsopplegget har som hensikt å gi elevene mulighet til å jobbe med målestokk, areal, omgjøring av enheter og å tolke en tabell som en matematisk representasjon. Opplegget legger også til rette for arbeid med naturfaglige begreper som energi, effekt, watt og kilowatt. I del 2 av modelleringsoppgaven skal elevene evaluere det de har modellert. Her kan vi få innblikk i hvordan elevene har arbeidet med modelleringsoppgaven. Elevene skal i del 1 av oppgaven samle informasjon, konstruere og forenk-le en modell av en situasjon til en reell modell, og i del 2 tolke og validerer resultatene deres. Elevene står fritt til å ta med det de ønsker i deres løsning, hvor oppgaven også åpner for å vurdere sosiale, økonomiske, kulturelle og etiske aspekter av matematikken i lys av den virkelige verden.

Det er viktig å påpeke at oppgaven på en måte ikke er reell, ettersom skolen i utgangspunktet ikke vurderte å installere solceller. Likevel kan det være et reelt problem i den forstand at elevene lettere kan relatere seg til problemstillingen, og gjenkjenne det fra tidligere erfaringer privat eller fra debatter i samfunnet. Vi ønsket med dette undervisningsopplegget å gi elevene en oppgave med et mål om å utvikle elevenes evne til å kunne utforske, og kritisk vurdere og argumentere om gjennomførbarheten av å installere solcellepaneler på skoletaket var lønnsomt. Oppgaven åpner for at elevene skulle ta i bruk ekte data, både fra egne målinger, og eksisterende og gitte data (eksempelvis [tabellen om skolens strømforbruk](#) hentet fra Bergen kommune).

Ved å prosjektere et solcelleanlegg på deres skoletak. utforsker elevene også solcellenes effekt og bruksmåte. Elevene må argumentere og gjøre rede for helning, retning og forventet effekt av solcelleanlegget de modellerer. De må identifisere de ulike faktorene og verdiene

som er viktig å ha med seg til del 2 av oppgaven. Videre tar også elevene, eksplisitt eller implisitt, stilling til perspektivet om bærekraft i form av solceller som aktuell energikilde, både for området der de bor, men også generelt. Begrepet og perspektivet om bærekraftighet var ikke et hovedfokus i vår datainnsamling, men det kan likevel sees på som relevant, sett i lys av LK20. Ett av de nye tverrfaglige temaene i skolen er nettopp bærekraftig utvikling.

Det kan utvikles ulike forslag til matematiske beskrivelser gjennom elevenes arbeid om interessante mønstre og vurderinger. Eksempelvis da elevene skulle finne ut av hva tallene i tabellen om skolens strømforbruk betydde, kom det frem flere interessante forslag.

Tabell 4: Utdrag fra undervisningen – elever snakker om tabellen.

- Elev 1:** At det ville vært mer strømforbruk om vinteren enn om sommeren.
- Elev 2:** Kanskje det er måleapparatene.
- Elev 2:** Eller kanskje dette her er hvor mye en har brukt totalt
- Elev 3:** Noen sier at det handler om klima og slik, men klimaet i desember og januar er jo det samme.
- Elev 4:** Ja, men så fant vi ut at det var på grunn av korona at vi ikke var på skolen i januar. Men likevel så syntes vi at det var litt lavt.
- Elev 5:** Det kan jo være at de har kjøpt ett eller annet apparat som krever mye strøm rundt her. (*Refererer til verdiene rundt midten av tabellen*). Så har de brukt veldig mye strøm, også har de kvittet seg med det til januar. Jeg vet ikke. Det kan være mange elever som har sluttet da. Om det var et veldig stort kull.

Her leter elevene etter å beskrive og gi mening til den matematiske tabellen, ved å se etter mønstre, og vurdere dem opp mot virkeligheten. Undervisningsopplegget kan legge tilrette for at elevene kan få erfaring med å knytte «klasseromsmatematikken» og matematisk teori, til mer komplekse sammensettinger som eksempelvis å bruke matematikk utenfor klasserommet. Her kan en tenkte at en tolking av en tabell er klasseromsmatematikken, hvor å lese den der en vet at tallene er ekte, blir å sette den i en virkelig og kompleks sammenheng. I tillegg sammenligner de tallene i lys av investeringens lønnsomhet. Dette er noe som kan være med å danne grunnlaget for faglig argumentasjon, og i tillegg kunne drøfte og vurdere egne og andres argumenter. En ønsker med slike type oppgaver som eksempelvis undervisningsopplegget om solceller, men også de andre læringsløpene til ARGUMENT, å bidra med kompetanse og egenskaper som er viktig i arbeidslivet og for demokratisk deltakelse. Elevene har jobbet med begreper fra både naturfag, som elektrisitet, og fra matematikk, som skalakonvertering, målestokk og areal, for å finne ut om det var lønnsomt for skolen å installere solcellepaneler.

For å forenkle problemstillingen, har elevene i tillegg til oppgavens spørsmål, kommet med andre relevante spørsmål. Eksempelvis den mest hensiktsmessige plasseringen av solcellepanelene, antall, totale kostnader (inkludert montering og vedlikehold), mengden produsert energi og sammenligning med skolens faktiske kostnader for kjøpe av energi. Elevene sin prosess med solcelle-oppgaven har vært ikke lineær. Det vil si at elevene har måtte gå frem og tilbake mellom de ulike fasene i den utvidede modelleringsyklusen.

3.5 Gjennomføring av undervisningsopplegg

Datainnsamlingen ble gjennomført i løpet av to dager i desember 2022, hvor vi fikk tildelt en dobbeltime hver av disse dagene. Som nevnt tidligere, hadde vi dessverre ikke mulighet til å møte læreren eller klassen på forhånd. For å prøve å unngå det Dalland et al. (2021, s. 103) kaller observatøreffekten, valgte vi å presentere oss selv, hvorfor vi var der og hvorfor de var valgt som informanter. Vi sa at vi ønsket å observere matematikkundervisningen deres. Dette ble altså gjort før selve undervisningen startet. Ettersom vi tre studentene har ulik fokus i hver vår masteroppgave, valgte vi å ikke si noe spesifikt om hva vi ønsket å observere. Som nevnt fikk vi samtykke fra samtlige av elevene. Alt av teknisk utstyr ble testet og ladet dagen før.

Grunnet utfordringer med kommunikasjonen med Bergen kommune, fikk vi tilsendt en oversikt over strømforbruket til skolen først kvelden før gjennomføringen av datainnsamlingen. Dette resulterte i at både vi studentene og læreren ikke fikk sett ordentlig på tabellen Bergen kommune hadde gitt oss før vi skulle gjennomføre opplegget. Samtidig ble dette en mulighet for læreren til å opptre spørrende i undervisningen, om hva tallene i tabellen kunne bety. Denne muligheten ble videre en del av min analyse. Læreren hadde på forhånd delt klassen inn i grupper på fire elever, etter vårt ønske. Tre av de fire undervisningstimer foregikk i elevgrupper, hvor den siste timen var en helklasseoppsummering. Fire grupper ble i samråd med læreren valgt ut for observasjon med støtte i video- og lydopptak. Hver gruppe fikk en diktafon hver, i tillegg til et kamera pekende mot dem. For å kunne lettere se hvem som snakket i forbindelse med transkripsjon, ble elevene plassert på en slik måte at alle ansiktene ble synlig for kameraene. Utover dette var også kameraene plassert slik at det var kun den gitte gruppen som ble filmet. På bakgrunn av plasseringen av kameraene kan noen av elevene ha opplevd at deres plassering har vært kunstig i forhold til hvordan de sitter i grupper ellers. Vi opplevde ikke at dette hadde en stor betydning, men likevel noe å ta hensyn til. Under presenteres gjennomføringen av datainnsamlingen i korte trekk.

Tabell 5: Kort oversikt over gjennomføringen

Dag	Time	Hvordan	Hva
1	1	Helklasse og grupper	Del 1
	2	Grupper	Del 1
2	3	Grupper	Del 2
	4	Helklasse	Oppsummering

Dag en besto av to klokketimer med et friminutt mellom dem. Læreren startet undervisningen med å presentere planen for økten for hele klassen, hvor læreren deretter viste en introduksjonsvideo i plenum. Alt av opptak ble startet i det læreren startet undervisningen, etter vår introduksjon. Etter videovisningen arbeidet elevene gruppevis med oppgaven. Vi valgte, i samråd med læreren, at elevene kun fikk tilgang til del 1 for ikke å gi elevene for mye informasjon på en gang. På grunn av tid, og helse, miljø og sikkerhet (HMS), hadde ikke elevene mulighet å gjøre eksakte målinger av taket, men de fikk tilgang til et utklipp av skoletaket fra Google Maps. Her utførte elevene skalakonvertering for å beregne de virkelige målene for skoletaket.

Tidlig opplevde vi at flere av elevene stilte spørsmål med hvor de kunne finne undervisningsopplegget. Flere av elevene var usikre på om oppgaven tilhørte naturfag eller matematikk. Vi ble bekymret om denne «forvirringen» ville ha noen innvirkning på datamaterialet, og om vi potensielt ikke ville få det vi ønsket av resultater. Vi var forberedt på at store deler av den første timen i større grad ville være preget av det elevene gjerne vil tenke på som naturfag. Eksempelvis skulle elevene observere topografien rundt skolen, diskutere soltid og få informasjon om hva en solcelle er og hvordan de fungerer. Som nevnt, kjente ingen av oss til denne klassen, og vi visste heller ikke hvor mye klassen har jobbet med tverrfaglige prosjekt fra tidligere. Med naturfag som bakteppe for undervisningsopplegget, var vi forberedt på at det kunne være utfordrende eller forvirrende for elevene å trekke frem og kanskje forstå det matematiske i undervisningen. Naturfag er et fag hvor også matematikk blir mye brukt, eksempelvis i forbindelse med omgjøring av enheter, lage modeller, og regne ut effekten til en lyspære i temaet elektrisitet. Selv om vi opplevde at enkelte ble forvirret av oppgaven, så det likevel ikke ut til å ha betydning. Det var blant annet en elev som spurte om hvor opplegget lå på naturfag Classroom, hvor vedkommende fikk som svar at det lå under matematikkfaget. Kort tid etter arbeidet samtlige med oppgaven, uten å nevne spørsmål om naturfag senere.

Læreren nevnte at vi hadde tilgang til et tilstøtende klasserom den første timen for dag 2. Vi valgte å plassere de fire gruppene som vi tok opptak av i dette klasserommet. De to tilgjengelige klasserommene hadde en dør mellom seg som gjorde kommunikasjon og observasjon mellom klasserommene mulig. Dette gjorde vi for å få bedre plass, i tillegg til å redusere mulig bakgrunnsstøy fra de elevene som ikke ble tatt opptak av. Elevene arbeidet i de samme gruppene som de gjorde fra dag 1. I den siste timen samlet vi klassen for en helklasseoppsummering. I helklasseoppsummeringen gikk læreren, sammen med elevene, gjennom hele oppgaven i plenum.

3.6 Kvalitativ analysemetode

I denne studien søker jeg innsikt i hvilke samtaletrekk som kan identifiseres hos en lærer i en undersøkende matematikkundervisning med bruk av ekte tall. Studiens fokus har et lærerperspektiv, hvor jeg har undersøkt hvilke samtaletrekk som kan identifiseres og forstås i lærerens ytringer. Mitt datamateriale består av transkriberte lydopptak fra lærerens mikrofon, og video- og lydopptak av fire elevgrupper samt feltnotater. Det ble tatt opptak av alle de fire undervisningstimene, hvor kameraene, diktafonene og myggmikrofonen ble satt i gang med en gang undervisningen begynte. Det vil si at opptakene ekskluderer minuttene der elevene kommer inn til timene og friminuttene mellom øktene.

Det ble nødvendig å bearbeide og systematisere rådataene. Ettersom jeg har et lærerperspektiv, valgte jeg å analysere, undersøke og hovedsakelig fokusere på kommunikasjon der læreren var delaktig, fortrinnsvis lærer-elev-samtalene. Det betyr at elev-elev-samtaler, hvor læreren ikke var tilstede, er noe jeg har valgt å se bort fra. I denne studien ble det, som nevnt over, ansett som hensiktsmessig å transkribere alle lydopptak, fra både myggmikrofonen og diktafonene. Dette ble gjort for å få et helhetlig inntrykk og gjøre det mulig å gå dypere inn i datamaterialet. Opptakene og observasjonene av undervisningsøktene resulterte i et omfattende datamateriale. Under analyseprosessen ble transkripsjonene og lydopptakene tatt frem flere ganger. Dette for å kunne se at transkripsjonen var korrekte, men også for å få med verbale uttrykk som eksempelvis tonefall. Slike verbale faktorer er av interesse med bakgrunn for å bedre kunne beskrive ulike utsnitt og situasjoner.

I første omgang ble rådataene lest over og markert med ulike farger i de passasjene hvor jeg kunne identifisere de ulike fasene av modelleringszyklusen. Passasjene ble nøye gjennomgått

for å sikre meg at kriteriene var oppfylt; (1) læreren var til stede, hvor vedkommende også måtte være delaktig i samtalen, og (2) utdraget kun plasseres under en av fasene i modelleringsyklusen. I gjennomgang av datamaterialet fant jeg eksempelvis dialoger fra ulike grupper hvor de validerer deres valg og resultater. Disse utdragene oppfyller kriteriet nummer 2, men ikke nummer 1 ettersom læreren enten ikke var tilstede eller delaktig. Enkelte tilfeller av dialoger hvor begge kriteriene har blitt møtt, har videre blitt benyttet som en del av den endelige analysen. Ved å se på lærerens kommunikasjon i de ulike modelleringsfasene, kunne jeg undersøke hvilke språkhandlinger som kom til syne av lærerens ytringer i løpet av undervisningsøktene. Jeg valgte å se lærerens ytringer i lys av modelleringsyklusen for å se etter mønstre i kommunikasjonen og se konkret hva lærerens samtaletrekk var gjennom en slik undersøkelsesbasert undervisning.

For selve analysen av samtaleutdragene har jeg benyttet de ulike samtalemønstrene presentert i [kapittel 2](#), IC-modellen, traktmønster, topaze-effekt, fokuseringsmønster og IRF.

	Utdrag fra transkripsjon, dag 2, time 1. (Dialog 1153 – 1174).	Dialoghandling
1	Elias: Hvorfor er januar (...)	
2	Lærer: Det er et veldig godt spørsmål. Jeg har ikke peiling. Men tallene gir ikke mening?	Kontakte & Oppdage
3	Elias: Nei.	
4	Lærer: Hva ville gitt mening da?	Utfordre
5	Elias: Fordi ...	
6	Stella: At det ville vært mer strømforbruk om vinteren enn om sommeren.	
7	Lærer: Ja. Så hvor høyt? Hvis vi sier de tallene hvertfall.	Advokere
8	Elias: Hvis du bruker de tallene ...	
9	Stella: Altså, hvis jeg er en person som ikke viste noen ting, og hadde sett dette, hadde jeg tenkt sommer, sommer, sommer, vinter.	
10	Lærer: Ja. Men vi er enige om at dette virker veldig rart, at du går fra å bruke 1,4 millioner i desember også dropper du til 190 000 i januar.	Omformulere
11	Elias: Kanskje de som var på jobb ikke har kommet seg helt inn i jobben etter juleferien.	
12	Lærer: «ler». Men jeg ville jo tror at kom litt mer på stell i februar da.	Kontakte
13	Elias: Ja. Kanskje det er måleapparatene.	
14	Lærer: Ja, så måleapparatene trenger litt til på å varme opp?	Omformulere
15	Elias: Eller kanskje dette her er hvor mye en har brukt totalt (peker på desember).	
16	Stella: Det gir mening.	
17	Lærer: Det er ikke en dum ide ja.	Evaluerer

Figur 7: Eksempel på koding til analysen

Grossman og McDonald (2008, s. 198) diskuterer at å benytte seg av et ferdig utarbeidet rammeverk i analyse, kan være positivt. De begrunner dette med at det kan være hensiktsmessig med et felles begrepsapparat når en beskriver og analyserer undervisning og læringsaktiviteter. På den måten kan forskere bygge videre på tidligere arbeid, og kommunisere sine funn bedre til hverandre (Grossman & McDonald, 2008, s. 198). Det er likevel både fordeler og ulemper med dette. På en side kan en med et allerede ferdig rammeverk forhindre at ulike begreper blir overlappende, hvor dette kan gjøre det enklere å antyde mønstre. Ulempen kan på en annen side være at et slikt ferdig og fastsatt rammeverk hindrer forskingsfeltet, og legger begrensninger i lys av funn og fremgang. Med andre ord, en kan bli for opphengt i rammeverket, som kan resultere i at eventuelle andre interessante funn går tapt. I min undersøkelse har jeg valgt å benytte meg av de fastsatte begrepene og samtalemønstrene, som nevnt i kapittel 2, tilhørende IC-modellen, traktmønstre, topazeffekt, fokuseringsmønstre og IRF. Sammen har de hjulpet meg å se etter sammenfallene samtaletrekk og mønstre. Ettersom jeg har satt sammen alle disse teoriene og beskrivelsen av en læreres samtaletrekk i en undervisning som mitt eget analytiske rammeverk, har jeg også åpnet for at jeg ikke har blitt for opphengt i eksempelvis de spesifikke dialoghandlingene i IC-modellen.

3.7 Studienes validitet og reliabilitet

Å kunne være kritisk til sin egen studie og forskning kan være betydningsfull i en vurdering av studiens kvalitet. Validitet og reliabilitet spiller en sentral rolle for denne kvaliteten og handler om studiens gyldighet, relevans og pålitelighet (Dalland, 2020, s. 43).

3.7.1 Validitet: Gyldighet

Det blir beskrevet av Postholm og Jacobsen (2018, s. 223) at validitet også kan deles inn i to; indre og ytre gyldighet. I tillegg presenterer de at den indre validiteten igjen kan deles i to; årsakvaliditet og grunnlaget for å si noe om årsak og virkning. Indre gyldighet kan defineres som «grad det er samsvar mellom den virkeligheten vi påstår at vi studerer og analyserer, og de begreper og teorier vi benytter for å beskrive denne virkeligheten» (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 229). Den indre validiteten omhandler funnene fra studien og dens kongruens opp mot virkeligheten.

Dalland (2020, s. 124) forklarer at i en klargjøring av gyldigheten (validiteten), må en argumentere for hva som gjør studien relevant – hvor gyldige er funnene forskeren har samlet inn?. Et vesentlig forhold i studien er at jeg kun har observert en lærer, og det vil derfor ikke være mulig å generalisere disse resultatene i lys av det generelle. Det å undersøke ulike feilkilder ved metodebruk er også avgjørende for å sikre validitet. Spørsmålet om denne studiens validitet, kan knyttes til om datamaterialet, det vil si transkripsjonene fra de ulike video- og lydopptakene, kan fortelle noe om hvilke samtaletrekk læreren har i de fire matematikkundervisningene. Et annet punkt om studiens validitet som en kan stille spørsmål til, er om de utvalgte teoriene som blir benyttet for å analysere datamaterialet er hensiktsmessige for å undersøke datamaterialet og besvare studiens forskningsspørsmål. En grundig redegjørelse av valg knyttet til teori, forskningsdesign og kvalitativ metode, styrker validiteten og gir ryggdekning for de slutninger jeg måtte komme til senere i drøftelsen.

Min rolle som forsker er også sentral å diskutere, når det gjelder studiens validitet. Min tilstedeværelse, og det at elevene og læreren vet at de blir observert, kan ha påvirket observasjonens gyldighet (Dalland, 2020, s. 125). Det er derfor viktig for denne studien å vurdere i hvilken grad jeg mener at de som ble observert lot seg påvirke av situasjonen. Som nevnt i del 3.3.1, kan elevene og læreren ha oppført seg annerledes ettersom vi ikke hadde noe kjennskap til hverandre. Det kan med andre ord bety at deltakerne i studien, bevisst eller ubevisst, kan ha endret sin oppførsel i klasserommet da vi var tilstede. Likevel er det viktig å nevne at Dalland et al. (2021, s. 130; Dalland, 2020, s. 125) forklarer at lærere og elever ikke nødvendigvis oppfører seg så annerledes, ettersom de gjerne er vant med å bli observert. Vi opplevde noe skepsis i begynnelsen fra elevene hvor det ble stilt en del spørsmål til både læreren og oss studenter om hvorfor vi skulle filme og ta opptak av dem. Vi imøtekom dette med å være ærlige og sa at vi hver for oss skulle skrive en masteroppgave om matematikk på ungdomskolen. Etter kort tid opplevde vi at elevene ble mer opptatt av å arbeide med selve oppgaven. Da vi kom tilbake den siste dagen med datainnsamling, opplevde vi ikke at elevene brydde seg om kameraene og vår tilstedeværelse. I vårt tilfelle kan det se ut til at denne forskningseffekten gjerne var størst i den første timen med observasjon, mens den ble betydelig mindre etterhvert.

Ved å benytte videokamera som et supplement for observasjonen kunne vi både se og høre opptakene flere ganger. Dette for å sikre at vi hadde fått med oss alle detaljene. I situasjoner hvor lyden var utydelig, eller situasjoner hvor jeg var usikker på de nonverbale faktorene, har

videokameraene også gitt oss mulighet for at andre kan se det samme som oss og eller vurdere det uavhengig av oss (Dalland, 2020, s. 126). Vi studentene har benyttet oss av hverandre i nettopp slike situasjoner, noe som kan ha gitt oss en kvalitetssikring i vår tolkning av observasjonen. En fordel har vært at vi har vært tre studenter som har benyttet samme datamaterialet, som har vært gunstig med tanke på at vi har hatt store mengder video- og lydmateriale å transkribere.

I forbindelse med årsakvaliditeten er det avgjørende å se i hvilken grad studiens undersøkelser samsvarer med tidligere forskning. Å gjøre seg kjent med tidligere forskning, som for dette tilfellet er undersøkelsesbasert læring og ikke minst kommunikasjon, i tillegg til å plassere min studie i dens forskingslandskap, vil være avgjørende for studiens validitet. I denne prosessen er det dermed aktuelt å se på hva andre har studert og funnet, og derav se om egne funn kan være meningsbærende av den grunn (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 221). I kapitlene om tidligere forskning og teori, har jeg presentert relevant forskning som er aktuell og nær formålet med min studie.

Videre handler den andre delen av den indre gyldigheten om den undersøkelsen jeg tror eller forteller om, og om jeg har grunnlag for å angi noe om årsak og virkning i min studie. I følge Postholm og Jacobsen (2018, s. 233) må man være åpen for at funn eller ønsket effekt i gjerne flere tilfeller ikke vil virke. Dette er fordi en ikke kan uttale seg i samfunnsvitenskap om kausale «lover» på lik linje som det gjøres i naturvitenskapen (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 233). Jeg kan i beste fall uttale meg om sannsynligheter, og i hvilken grad det er mer eller mindre sannsynlig for noe. For min studie kan jeg i beste fall komme med forslag og eksempler basert på funn fra denne studien. Eksempelvis kan studien indikere at lærerens samtaletrekk er varierende, i lys av å være både undersøkende og tradisjonell, i en undersøkende aktivitet. Jeg kan imidlertid ikke ta for gitt at det vil fungere eller være likt for alle i praksis.

Den ytre validiteten, overførbarheten, som er den andre delen av validiteten, handler om i hvilken grad det er mulig å overføre, eller generalisere, resultater og funn fra min studie til en annen kontekst som ikke har blitt undersøkt (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 238). For mitt tilfelle spiller lærerens kommunikasjon i og gjennom en undersøkelsesbasert matematikkundervising en stor rolle, ettersom det kan tenkes at en læreres bevissthet av sin

matematiske- og kommunikasjonskompetanse er vesentlig i lys av utvikling av elevenes undersøkende holdninger til matematikk.

Teorien om UBL og kommunikasjon i matematikkopplæringen, danner grunnlaget for analysen og diskusjonen i denne studien. En kan forklare at teorien som har blitt benyttet i analysen i denne studien har ytre validitet, fordi de kan benyttes i andre kontekster hvor en undersøker lærerens kommunikasjon i en undervisningskontekst. Eksempelvis kan en undersøke og sammenligne lærerens kommunikasjon i matematikkundervisningen i ulike emner ved å benytte seg av samme teori om kommunikasjon. Videre kan en insinuere at svar på forskningsspørsmålet, med de resultatene og funnene fra denne studien, vil kunne illustrere og avdekke hva læreren sier og gjør, og hvilke aspekter ved kommunikasjon som kommer frem i en matematisk undersøkende undervisningskontekst. Den ytre validiteten er sterkt avhengig av reliabiliteten og den indre validiteten.

Det innsamlede datamaterialet er med å danne grunnlaget for to andre masteroppgaver i tillegg, også innenfor matematikk 5-10. Ettersom vi skriver individuelt, har datamaterialet blitt studert på ulike måter med ulikt fokus og teori. På tross av dette, har det likevel vært dialog mellom oss, om eksempelvis hvordan en hører/ tolker læreren eller elevenes utsagn i forbindelse med transkripsjonen og analyse. Dette kan ha vært med å bidratt til et mer nyansert og helhetlig bilde av datamaterialet.

3.7.2 Reliabilitet: Pålitelighet

Reliabilitet betyr pålitelighet, og fokuser på etterprøvrbarheten til både metoden og resultatene fra studien (Dalland, 2020, s. 43). Etterprøvrbarheten kan ofte bli en utfordring ved kvalitativ metode, hvor forskerens egen persepsjon kan påvirke funnene (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 223; Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 23).

Christoffersen og Johannessen (2012, s. 23) påpeker at reliabiliteten kan forsterkes om vi hadde gjentatt samme undersøkelse på samme gruppe, men på ulike tidspunkt, «test-retestreliabilitet». For mitt tilfelle hadde vi et ønske om å kjøre en pilotundervisning av opplegget, men på grunn av tidsrammen for studien, hadde vi dessverre ikke den muligheten. Dersom begge undersøkelsene hadde gitt samme respons/ observasjon, kunne dette være et tegn på høy reliabilitet. Etter min erfaring er to undervisningstimer sjeldent like, og selv om vi

hadde gjennomført undervisningsopplegget flere ganger, hadde undervisningen og lærerens kommunikasjon mest sannsynlig variert for de ulike situasjonene.

For denne studien har jeg hatt fokus gjennom hele metodekapittelet å være transparent, for å gi så god etterprøvbarehet og pålitelighet som mulig. I prosessen med transkripsjon av datamaterialet, har tolkinger og beskrivelser av ulike situasjoner blitt styrket ettersom vi har tilgang til å se gjennom videopptakene flere ganger, i tillegg til at vi har hatt tett dialog mellom oss. Dette har vært med å hindre eventuelle fortolkninger eller misoppfattelser av samtaler og situasjoner. Ettersom lærerens myggmikrofon og diktafonene ved flere situasjoner har vært overlappende, har flere av samtalene blitt transkribert flere ganger. I arbeid med analysen har de ulike transkripsjonene blitt sammenlignet med de tilsvarende delene i min fullstendige transkripsjon. Det vil si at to personer har transkribert samme tekstpassasje og blitt sammenlignet med hverandre. Dette er med å styrke påliteligheten (Krumsvik, 2014, s. 159). I utdraget under kan en finne noen små forskjeller på setningsoppbyggingen og fyllord mellom de to ulike transkripsjonene. Meningsinnholdet er likevel det samme i samtlige av samtalene, og jeg anser transkripsjonen som reliabel. Jeg antar at forskjellene eksempelvis kan komme av bakgrunnsstøy, mumling hos informantene, avspilling og transkriberingsteknikk.

Tabell 6: Utdrag fra transkripsjon av meg og min medstudent.

Min transkripsjon	Medstudent sin transkripsjon
L: Har dere sett på tabellen?	Lærer: Har dere sett på tabellen?
E: Ja.	G1: Ja
L: Gir tallene mening?	G2: Tabellen..?
E: Ja. Det er så mye kilowattimer hver måned.	Lærer: Gir tallene mening?
L: Hvis du zoomer litt inn, gir tallene mening?	G2: Ja, det er så mye kilowattimer hver måned.
E: Gir mening?	Lærer: Hvis du zoomer litt inn, gir tallene mening?
L: Høres de riktige ut?	G2: Om det gir mening?
	Lærer: Høres de riktige ut?

Bias, en forutinntatt holdning, kan være en trussel mot reliabiliteten i en studie ifølge Robson og McCartan (2016). Det kan forekomme både hos informantene, men også hos forskeren(e). Det vil si at for mye informasjon om det en ønsker å undersøke og omhandle, kan føre til bias hos informantene. For mye informasjon om hva som skal bli undersøkt kan endre, i dette tilfellet, elevene og læreren sin «normale» adferd (Robson & McCartan, 2016, s 331). Dette kan resultere at en får et uekte bilde av en situasjon og dermed et annet resultat. For å prøve å

unngå dette og styrke reliabiliteten for denne studien, fikk klassen kun vite at vi skulle observere dem når de arbeidet med matematikk og at jeg skulle observere læreren. Det ble ikke spesifisert hva vi skulle fokusere på, eller hva som var vårt analyseverktøy. Min vurdering er at vi ga dem nok informasjon om studien, men ikke for mye, og at læreren og elevenes eventuelle bias ikke hadde noen spesiell påvirkning på mine resultater.

Jeg, som forsker, kan også ha bias. Mine tanker, meninger og bakgrunn kan eksempelvis ha hatt en innvirkning på datainnsamlingen og i analysearbeidet. Samtidig var vi studentene ikke deltakende i undervisningen, noe som kan ha hjulpet oss med å ikke la våre holdninger påvirke selve datainnsamlingen. Jeg refererte til ulike utdrag fra datamaterialet for å tydeliggjøre resultatene og tolkingene mine for å styrke reliabiliteten.

Oppsummert handler reliabilitet om at en annen forsker som i utgangspunktet gjør det samme som jeg har gjort i denne studien, med samme metode, kan få lignende resultater. Ettersom menneskets oppførsel ikke er statisk, er dette nettopp en av utfordringene med kvalitative studier. Med dette som bakgrunn har jeg for denne studien prøvd å være så transparent som mulig og vært tydelig på at mine resultater er representative i lys av hvordan dataene er samlet inn og analysert.

3.8 Forskningsetiske betraktninger og hensyn

Jeg har i denne studien, i henhold til forskningsetikkloven (2017, § 1), tatt etiske hensyn som samsvarer med anerkjente etiske normer. NESH (Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora) har utviklet retningslinjer som en veiledning og et hjelpemiddel i et forskningsarbeid. Disse retningslinjene har gitt meg kunnskap om hva jeg bør ta i betraktning for at studien skal være ansvarlig.

I den forbindelse har jeg tatt hensyn til læreren og spesielt elevene, ettersom de er under myndighetsalder. Læreren ga også, på lik linje med elevene, samtykke til å delta. NESH (2021) påpeker at «det forskningsetiske samtykket skal være frivillig, informert og utvetydig, og det bør være dokumenterbart». Som forsker har jeg en plikt om å respektere og ivareta den eller de som deltar i studien sitt privatliv både før, under og etter datainnsamlingen (Fangen, 2015). Mine to andre medstudenter og jeg informerte tydelig i forkant om hva vi skulle gjøre, og at deltagelsen var frivillig (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 74). Vi sendte ut et samtykkeskjema på forkant med informasjon, både til læreren og elevene, hvor de skulle

signere og leverer skjemaet før vi startet med noen form for opptak. Elevene og læreren ble tydelig informert om behandling av personopplysninger og deres rettigheter, både skriftlig på informasjonsskriv og muntlig før selve datainnsamlingen startet. Alle elevene i klassen, inkludert læreren, signerte samtykkeskjemaet. Ingen av oss studentene kjente til hverken læreren eller noen av elevene, som kan ha vært positivt i lys for å unngå interessekonflikter og rollekonflikter. Informasjonsskriv og samtykkeskjema er lagt som [vedlegg](#).

Det å ta hensyn til etiske problemstillinger er viktig gjennom hele forskningsprosessen (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 74). Ettersom jeg, sammen med veileder, og de to andre medstudentene, valgte observasjon som metode, måtte vi være spesielt varsomme knyttet til personvern. Dette er på bakgrunn av at selve observasjonen skjer i det offentlige rom, altså klasserommet. Hvordan jeg presenterer data i studien min, er det viktig og et forskningsetisk prinsipp at all informasjon som skal brukes, skal være anonymisert (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 74). Med hensyn til deltakeren, og for å beskytte forskningsdeltakernes identitet og integritet, har alle personene og skolen hvor innsamlingen foregikk, blitt anonymisert for å sikre personvern (NESH, 2021). Som nevnt tidligere har alle personene, inkludert skolen i denne studien, fått fiktive navn.

Studien ble meldt inn og godkjent av SIKT, tidligere NSD, ettersom stemme på video- og lydopptak regnes som behandling av personopplysninger. Alle opplysninger som kan knyttes til skolen, elevene og læreren har blitt behandlet konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Utenom forskningsetiske retningslinjer og føringer fra NESH og SIKT, har jeg forholdt meg til HVL sine retningslinjer for behandling av personopplysninger i studentprosjekter. Både SIKT og HVL anbefaler at lagring av personopplysninger ikke er på private enheter. Video- og lydfilene fra observasjonene har i etterkant blitt oppbevart på eksterne harddisker, som ikke har tilgang til internett, gitt av HVL. I tillegg har vi kun benyttet oss av opptaksutstyr gitt og eid av HVL.

4 Analyse

For å kunne besvare forskningsspørsmålet mitt; *Hvilke samtaletrekk kan identifiseres i en lærers kommunikasjon med elever i en undersøkelsesbasert matematikkundervisning med bruk av ekte tall?*, går jeg i dette kapitlet nærmere inn på de situasjonene og dialogene i arbeid med solcelleprosjektet hvor læreren var delaktig. Hvert utdrag og situasjon er analysert i lys av de ulike samtaletrekkene som er presentert i teorikapitlet, og blitt plassert under faser i modelleringsyklusen, [figur 4](#), for å se nærmere på hva læreren sier gjennom en undersøkende matematikkundervisning. Jeg har analysert lærerens ytringer for å identifisere hvilke samtaletrekk som kommer frem hos læreren. Jeg kan likevel ikke utelukke elevenes innspill, ettersom de kan være med å gi kontekst eller forklaring til lærerens utsagn.

4.1 Forekomst av samtaletrekk i den undersøkende matematikkundervisningen

Etter å ha analysert samtaleutdragene, har jeg funnet ulike sammentrekk som kan identifiseres i de ulike fasene. I tabell 7 har jeg valgt å plassere de ulike fasene ved siden av hverandre, hvor det på den måten blir tydelig hvilke samtaletrekk som er til stede eller fraværende. Det er ingen samtaletrekk som er totalt fraværende, men dialoghandlingen å omformulere er nesten til stede i samtlige av fasene. Jeg har valgt å ta en parentes rundt noen av x-ene, eksempelvis der samtaletrekkene kommer delvis frem i lærerens ytringer. Eksempelvis å kontakte, er ofte tilstede gjennom de andre dialoghandlingene, og samtaletrekket traktmønsteret, under fasen å matematisere, viser en antydning til en tilstedeværelse. Dialoghandlingene fra IC-modellen under fasen å tolke (gruppe 4), kan en diskutere. Ifølge Alrø og Skovsmose (2006) er en viktig betingelse for at en dialog skal klassifiseres i lys av IC-modellen, at læreren tar utgangspunkt i elevens oppfattelse av et problem. Ettersom oppgaven og undervisningsøktene i sin helhet er av undersøkende og utforskende karakter, har jeg valgt å analysere samtlige av samtaleutdragene med et utgangspunkt i det undersøkende samtalemønsteret fra IC-modellen. Dette begrunnes med at de ulike situasjonene kan sees i lys av å være undersøkende, ettersom oppgavens kontekst er av undersøkende art. Neste side viser en oversikt over forekomstene av de ulike samtaletrekkene i de ulike fasene som jeg fant i den undersøkende matematikkundervisningen.

Tabell 7: Oversikt over forekomster av de ulike samtaletrekkene i de ulike fasene i den undersøkende matematikkundervisningen.

Modelleringsfase Kommunikasjonsmønster	Forstå/ konstruere	Forenkle/ strukturere	Matematisere	Arbeide matematisk	Tolke		Validere		Formidle
Kontakte	(x)	x	(x)	(x)	x		(x)		
Oppdage	x		x		x	(x)			
Identifisere		x		x			x	x	
Advokere	x	x			x	(x)	x		
Tenke høyt	x	x	x			(x)	x		x
Omformulere	x	x	x	x	x	(x)	x		
Utfordre		x	x		x	(x)	x		
Evaluerer	x				x		x		
Traktmønsteret			(x)			x			
Topaze-effekten						x			
Fokuserings- mønsteret	x						x		x
IRF						x		x	x

4.2 Samtaletrekk i ulike faser av modelleringsyklusen

4.2.1 Forstå / Konstruere

Den første fasen av Blum og Leiß sin modelleringsyklus er forståelse, eller konstruere. Denne fasen indikerer at modelleringsprosessen starter fra en problemsituasjon som må forstås, i dette tilfellet av elevene. I utdraget under kan vi finne tegn på hvordan en elev konstruerer en mental modell av situasjonen han har fått formidlet. Martin viser tegn til at han er i denne fasen, altså konstruksjon, med at han forteller læreren hva han ser for seg, og setter matematiske beregninger inn i en kontekst. Utdraget er hentet fra den første timen dag 1 (linje 68 – 98 i transkripsjonen). Læreren blir avbrutt midt i denne samtalen av en annen elev. Ettersom dette ikke påvirket situasjonen har jeg derfor valgt å ta de ytringene bort fra selve analysen, da de er irrelevant for denne fasen og for lærerens samtale med gruppen. Elevene arbeider med den første oppgaven – «Hvor mye sol er det her hos oss? Finn soloppgang og solnedgang for stedet. Observer topografi og annet som skygger».

Ytring Utdrag fra transkripsjon, dag 1, time 1. (gruppe 2)

- 1 Martin: Lærer, hvis jeg skal finne ut hvor mye sol det er, skal jeg ta det om vinteren eller om sommeren?
- 2 Lærer: Hvis du setter opp solceller, varer, er ikke de her hele året?
- 3 Martin: Jo, men spørsmålet er hvor mye sol er det på Abel Skole. Ja, altså det er sånn 6 timer på.
- 4 Lærer: Ja, så det er litt forskjell fra måned til måned da?
- 5 Theo: I de månedene vi ikke er her i august liksom.
- 6 Lærer: Er du ikke her i august? Men ja, hvis du fyrer opp solceller, så er jeg enig med deres forståelse, slik som dere sier at det er et problem med at det varierer fra periode til periode. Det må vell være med i beregningen, må det ikke? Når du skal vurdere?
- 7 Martin: Må ta sånn gjennomsnittet og sånt.
- 8 Lærer: For eksempel. Det er jo en flott måte å gjøre det på, et sentralmål. Eventuelt andre statistiske sentralmål. For hva er det som er oppgaven? Hva er dere på jakt etter?
- 9 Martin: Solen, å finne ut hvor mye sol det er på Abel Skole.
- 10 Lærer: Så du skal måle når solen er.
- 11 Theo: I mars så er solen 10,5 time.
- 12 Lærer: 10,5? Er det her spesifikt eller er det ...?
- 13 Martin: I Bergen. Finner ikke noe spesifikk til Abel Skole.
- 14 Lærer: Du sa et gjennomsnitt. Det er et fint sted å begynne ja. Gjennomsnittlig mengde sol i løpet av en dag.
- 15 Martin: I løpet av året?
- 16 Lærer: I løpet av året mener jeg. Ja, men gjennomsnittlig på en dag. Så tar du alle tidene fra året og så regner du der i fra. For eksempel.
- 17 Martin: Ja.
- 18 Lærer: Det er jo en måte å gjøre det på.

I samtale med gruppe 2 kan lærerens ytringer knyttes til termer fra *IC-modellen* og *fokuseringsmønsteret* fordi gruppen er de som tar initiativer for samtalen. I ytring 2 kommer det frem hvordan læreren er en fasilitator som stiller en form for *oppdagende* spørsmål. Det er et oppdagende spørsmål ettersom læreren spør eleven om hvordan vedkommende oppfatter problemet. Lærerens spørsmål kan så følges opp av elevenes undrende, og avklarende spørsmål. Videre bekrefter og *evaluerer* læreren gruppens innspill i ytring 4, 8, 14 og 18. I flere deler av læreres utsagn, eksempelvis i ytring 4 og 12, ønsker læreren implisitt en forklaring på gruppen sin tanke om sol og solcellene – «så det er litt forskjell fra måned til måned da?», og «er det her spesifikt eller er det ...?». Her beveger læreren seg inn mot i et *fokuseringsmønster*. Læreren ønsker at de skal forklare deres tanker (ytring 4, 6 og 8), fordi han ønsker å rette fokus på de ulike variablene som kan påvirke solcellens lønnsomhet, som i dette tilfellet er soltid og hensiktsmessig plassering av solceller. Læreren retter fokus mot Martin sine utsagn, noe som er typisk for *fokuseringsmønsteret*. Videre *advokerer* læreren med å ikke presentere en eller den «rette» metoden for dem (ytring 6). Læreren spør i ytring 6, «Er du ikke her i august? ... Det må vel være med i beregningen, må det ikke? Når du skal vurdere?». Martin fremmer i ytring 7 en tanke om å se på gjennomsnittet av antall soltimer i løpet av et år. Læreren *tenker også høyt*, eksempelvis i ytring 6, 8 og 16, hvor hans perspektiver og tanker blir offentlig. I ytring 6, 12 og 14, *omformulerer* læreren Martin og Theo sine utsagn. Med å gjøre dette kan læreren sjekke om han virkelig forstår hva eleven mener. Læreren stiller gruppen flere spørsmål, ytring 2, 4, 6, 8 og 12, for å snevre oppmerksomheten mot hans ytring om sol og soltid gjennom året. Læreren har ikke et fokus på å lede Martin til det «rette» svaret eller metoden, slik som er typisk for topaze-effekten eller traktmønsteret, men heller rette fokuset og oppmerksomheten mot Martin sine tanker. Episoden over viser med dette lærerens utforskende samtaletrekk, og hvordan fokuseringsmønsteret og noen av dialoghandlingene fra *IC-modellen* kommer til syne i denne fasen forstå/ konstruere. Læreren sine dialoghandlinger i dette utdraget, vil også være med å opprettholde kontakten i den undersøkende samtalen.

4.2.2 Forenkle / Strukturere

Å forenkle eller strukturere i matematisk modellering handler om å trekke ut de viktigste faktorene som kan være nyttige for videre beregning og utforskning. Typisk for elevenes arbeid i denne fasen er at de må foreta en forenkling gjennom å gjøre ulike prioriteringer. Elevene strukturerer og forenkler problemkonteksten. Læreren fikk rollen som veileder. Han stiller spørsmål og fungerer som en fasilitator. Eksempel i ytring 4 spør læreren Leon om hvorfor

han tenker slik. Slik som i denne situasjonen må Leon gjøre ulike valg og prioriteringer om hvilke punkter han (og gruppen) bør ta med i utregning av hvor mye sol det er på Abel skole. De valgene gruppen og Leon tar kan dermed være nyttige senere i oppgaven, spesielt i utregning av strømproduksjonen til solcellene. Utdraget og situasjonen er hentet fra linje 806 – 821 i transkripsjonen.

Den forenklingen og mentale modellen Leon lager over antall soltimer i løpet av året, er med å avgrense, og rette fokuset på gruppens tolkning av oppgaven. Elevene må vurdere hva som er mest hensiktsmessig å velge. I denne samtalen er Leon og læreren i gang med å diskutere hvor mye sol skolen får. Skolen sin soltid er av verdi, ettersom denne beregningen kan være med å avgjøre solcellens lønnsomhet.

Ytring Utdrag fra transkripsjon, dag 1, time 2. (gruppe 4)

- 1 Leon: Skal vi prøve å finne gjennomsnittet eller skal vi finne for hver sesong?
- 2 Lærer: Det er opp til deg. Det kan jo være en tanke. For du ser jo, er det noe verdi å gjøre for sesonger isteden for gjennomsnitt?
- 3 Leon: Ja.
- 4 Lærer: Hvorfor vil du eventuelt ha sesonger?
- 5 Leon: For da kan vi ser hvilke sesonger som produserer mest.
- 6 Lærer: Aha.
- 7 Leon: For gjennomsnittet vil jo bli dratt opp av sommeren, og dratt ned av vinteren.
- 8 Lærer: Ja.
- 9 Leon: Og høsten.
- 10 Lærer: Noe annet som påvirker regnestykket som påvirkes av sesongene? Det var vanskelig å si merker jeg.
- 11 Leon: Hva sa du?
- 12 Lærer: For du sier at mengden strøm som produseres er avhengig av årstiden, ikke sant.
- 13 Leon: Ja.
- 14 Lærer: Så er spørsmålet, er det noe annet som er avhengig av årstiden?
- 15 Leon: Skyer
- 16 Lærer: Skyer, vær. Det kan jo være lurt å gjøre begge deler. Eventuelt gjøre en også se ann hvor du kommer.

I utdraget over finner jeg dialoghandlinger som betegner at samtalen er av undersøkende karakter. Dette er fordi læreren ser ut til å ta utgangspunkt i elevens oppfattelse av oppgaven eller problemet. Et eksempel er i ytring 2, der læreren responderer, «Det er opp til deg. Det kan jo være en tanke. For du ser jo, er det noe verdi å gjøre for sesonger isteden for gjennomsnitt?». Leon er den som tar kontakt med læreren, og det er dette som er utgangspunktet for samtalen. Læreren starter med å legge frem alternativer for å regne gjennomsnittet eller å dele opp hvor mye sol skolen får i sesongene (vinter, høst, sommer,

vår). Dette skjer i form av at han *tenker høyt*, slik som i ytring 2. Videre *indentifiserer* læreren med å stille hvorfor-spørsmål (ytring 2 og 4). Selv om spørsmålet i ytring 2 ikke inneholder ordet «hvorfor», oppfordres elevene til å forklare og sette ord på deres matematiske ide og perspektiv. Læreren lytter til Leon og opprettholder *kontakt* med å komme med små bekræftelsesord som «ja» og «aha», ytring 6 og 8. Han *utfordrer* dem til å reflektere (ytring 10), og *omformulerer* (ytring 14) så sitt eget spørsmål (ytring 10).

Med at elevene, i dette tilfellet Leon og gruppen hans, er bevisste over de valgene de tar, viser dette tegn på forenkling og strukturering av den mentale modellen. En slik forenkling og strukturering kan fremmes på ulike måter, hvorav utdraget ovenfor er bare et eksempel. Samtidig viser analysen at lærerens kommunikasjon i denne fasen av modelleringsaktiviteten er utforskende, der flere av dialoghandlingene fra IC modellen kommer til syne.

4.2.3 Matematisere

I utdraget under kommuniserer gruppen med læreren, hvor de er i en prosess med å bevege seg fra «den virkelige verden» til «den matematiske verden». De går fra å se på det virkelige problemet/ modellen, til å velge en matematisk tilnærming. Gruppen til Theo matematiserer. Det vil si å organisere og studere en type virkelighet med matematiske midler. De tar valg basert på tid, en eller tre dager i måneden (første, midterste og slutten) Gruppen må altså sortere, organisere, velge ut og vektlegge de dataene de har tilgjengelig for å finne ut hvor mange timer sol skolen får. Valgene for antall dager de velger å benytte i deres utregning av skolens soltid, danner et utgangspunkt for senere utregninger. Elevene trenger eksempelvis å vite antall timer med sol for å kunne estimere hvor mye strøm deres solcelleprosjekt produserer. Det vil si at elevene skal matematisere forhold og konstruere en form for kladd av den mentale modellen. Denne gruppen, og i dette tilfellet Theo, tar for seg dager og soltid, altså tidsrom, som et matematisk forhold, og gjennomsnitt som det matematiske konseptet. Utdraget under er en fortsettelse av utdraget fra 4.1.1, og er hentet fra linje 185 – 202 i transkripsjonen.

Ytring Utdrag fra transkripsjon, dag 1, time 1. (Gruppe 2)

- 1 Theo: Ja for eksempel i oktober gikk det fra 12 timer til 9 timer.
- 2 Lærer: Ja, så det er et kjempedropp i oktober.
- 3 Theo: Ja, så i oktober er det tre timer mindre.
- 4 Lærer: Skjønner, men hvor mange datapunkter er saklig da? Hvor mye data ville du trengt for å gjøre den avgjørelsen da?
- 5 Theo: Det midterste data nivået kanskje?

- 6 Lærer: Det går jo ann å finne. Å finne når solen gikk opp og når solen gikk ned, det går jo ann å finne. Det går jo ann å søke opp i type BT eller noe slik, de har det, og flo og fjære og slikt.
- 7 Theo: Ja her kan jeg velge ut månedene, så kommer alt opp.
- 8 Lærer: Ja, så det går ann å finne. Men er en gang i måneden nok? Da har du 12 datapunker å vurdere.
- 9 Theo: Ja, det jo mye mer enn to da.
- 10 Lærer: Ja, 12 er bedre enn 2. Men dere kan jo ... Spørsmålet er jo hvor mange tenker du er saklig å bruke. Det er jo en vurdering dere må gjøre. Hvor mange tenker dere er saklig å bruke for å gjøre en vurdering.
- 11 Theo: Slutten av alle månedene.
- 12 Lærer: Blir ikke. Altså hvis du tar den 30 november og 1 desember, er ikke det omtrent det samme? Ja, ja dere får vurdere. Dere vet jo hvordan dere skal gjøre det. Eller?
- 13 Theo: Skal ta begynnelsen, midten og slutten, da får du tre data hver måned. Det er jo mer.
- 14 Lærer: Hvis du har 1, 10 og 20
- 15 Theo: 1, 10 og 20
- 16 Lærer: For eksempel. For da vil neste måned være 1 igjen, og da vil det være ca 10 dager mellom hver gang. Da har du tre i hver liksom.
- 17 Theo: Kan du ikke heller ta midten av hver da?
- 18 Lærer: Det går ann, men da har du litt færre datapunker. Dere må finne ut hva dere lander på. Men gode tanker.

Theo er den som tar initiativ i å etablere kontakt i den undersøkende samtalen. Læreren og gruppen befinner seg i en undersøkende kontekst, hvor jeg finner dialoghandlinger fra læreren som kan knyttes til *IC-modellen*. Læreren sine ytringer bærer likevel preg av å være noe styrende, som kan minne om *topaze-effekten* og *traktmønstret* (ytring 8, 10 og 12). Læreren ytrer spørsmålene på en slik måte hvor læreren omformulerer eller parafraserer «Men er en gang i måneden nok?» på ulike måter. Theo starter samtalen med at han oppdager at det er en stor variasjon av soltimer i løpet av året. Med støtte, forhandling og *utfordring* fra læreren, ytring 2, 4, 8 og 12, genererer Theo spørsmål og antagelser. Læreren er støttende med at han i ytring 4, 8, og 10 *utfordrer* Theo med spørsmål som setter i gang refleksjon og oppmuntrer ham til å se hvilke punkter som kan være hensiktsmessig å ta med. Både Theo og læreren *tenker høyt*, ytring 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12 og 13, hvorpå læreren *utfordrer* gruppen til å forsøke å velge selv, ytring 18. Både læreren og Theo advokerer med at de kommer med forslag på hvordan de kan løse problemet.

Læreren ser ut til å uttrykke karakter av traktmønsteret, med at han implisitt leder elevene i en retting av at gjerne tre punkter per måned er bedre enn ett (ytring 14). Eksempelvis sier han «12 er bedre enn 2», «Altså hvis du tar den 30 november og 1 desember, er ikke det omtrent det samme?», «Hvis du har 1, 10 og 20», «Da har du tre i hver liksom», og «Det går ann, men da har du litt færre datapunker». Læreren er av ledende karakter med sine spørsmål. Likevel

fortsetter ikke læreren med å spørre frem til han får det svaret det kan tenkes at han ønsker. Det ser ikke ut til å påvirke Theo, med at han mot slutten av samtalen, ytring 17, går tilbake til sin tanke om bare ett punkt per måned. Tre ganger i løpet av samtalen uttrykker Theo at han har lyst å benytte seg av bare ett punkt per måned, ytring 5, 11 og 17.

Jeg velger å se på samtalen som undersøkende ettersom gruppen i utgangpunktet ser ut til å ha en ide, men trenger hjelp med å uttrykke det. Læreren er en fasilitator, og stiller undersøkende og *oppdagende* spørsmål, med et mål om å få gruppen til å uttrykke deres tanker og ideer. Læreren er i den oppdagende dialoghandlingen med at han stiller seg kritisk, og synligjør og presenterer et annet alternativ.

4.2.4 Arbeide matematisk

I den fjerde fasen, å arbeide matematisk, jobber elevene med å gjøre ulike matematiske beregninger med et mål i å løse den gitte oppgaven. I denne fasen befinner vi oss i den «matematiske verden» i prosessen mellom å gå fra en matematisk modell eller problem, til et matematisk resultat. Utdraget og situasjonen er hentet fra linje 1760 – 1779 i transkripsjonen, hvor Elias forklarer litt av gruppen sin løsning på oppgaven.

Ytring Utdrag fra transkripsjon, dag 2, time 2. (gruppe 5)

- 1 Elias: 410 gange 0,2 er det samme som 82 watt timer. Så et solcellepanel på 410 watt timer gange 0,2 som er da 20%, er det samme som 82 watt timer pr dag for ett solcellepanel. Så har vi 206, blir det da ...
- 2 Lærer: Hvorfor 206?
- 3 Elias: For det er antall paneler.
- 4 Lærer: Antall paneler ja, stemmer.
- 5 Stella: 16 892
- 6 Elias: Ja.
- 7 Henry: Tok du det i hode?
- 8 Elias: Så 16 892, sant.
- 9 Lærer: Ja.
- 10 Elias: Så ganget jeg det med 31 for jeg ville se for januar.
- 11 Lærer: Ja. Så det betyr at med logikken din at 500 og hvor mange tusen watt timer?
- 12 Elias: 523.
- 13 Lærer: Så 523 kilo watt timer hver måned?
- 14 Elias: Ikke kilo watt timer, watt timer.
- 15 Lærer: 523 000 watt timer
- 16 Elias: Ja.
- 17 Lærer: Så du deler på 1000, blir, for å få det til å bli kilo watt timer?
- 18 Elias: 523.
- 19 Lærer: 523 kilo watt timer i løpet av januar.

Elias er den som tar initiativ for den undersøkende samtalen, og begynner med å forklare hva deres gruppe har kommet frem til i forbindelse med hvor mye strøm og energi deres anlegg produserer. Læreren sine spørsmål og innspill kan karakteriseres som undersøkende, ettersom lærerens ytringer kan sees på som *identifiserende* (ytring 2) og *omformulerende* (ytring 4, 13, 15 og 19) dialoghandlinger. Læreren stiller et åpent «hvorfor-spørsmål», hvor det legges opp til å få eleven til å sette ord og forklare hva han/ de har gjort. Læreren er tilsynelatende ute etter å høre hva gruppen har å si og bidra med, hvor det ikke fremkommer tegn som ligner *IRF*, *topaze-effekten* eller *traktmønsteret*. Læreren fungerer som en fasilitator, med at han parafaserer og stiller spørsmål for å forstå gruppen sin løsning. Utenom dialoghandlingen å *identifisere*, gjentar eller *omformulerer* læreren for å signalisere en form for bekreftelse. Å gjenta eller omformulere det elevene har sagt, kan benyttes for å signalisere en form for bekreftelse – «har jeg forstått det du tenkte?». Måten læreren omformulerer innspillene i dette utdraget på, vil også være med å opprettholde kontakten i den undersøkende samtalen. Analysen viser at lærerens kommunikasjonen i denne fasen er utforskende, der to av samtaletrekkene fra IC modellen kommer til syne. De to dialoghandlingene, er viktig for å kunne opprettholde kontakten i den undersøkende samtalen.

4.2.5 Tolke

Hverdagen eller den virkelige verden, er det elevene skal sammenligne oppgaven mot i den 5. fasen. I lys av Blum og Leiß sin modell, beveger elevene seg fra matematikkens verden tilbake til den virkelige verden. I denne fasen vil jeg trekke frem to ulike grupper hvor begge situasjonene omhandler det samme, men hvor læreren sine samtaletrekk er forskjellige. En av deloppgavene elevene måtte utføre for å kunne vurdere og besvare oppgaven om solcellenes lønnsomhet, var å tolke en tabell over skolen sitt strømforbruk. Dette for å kunne sammenligne forbruket til skolen opp mot solcellens produksjon av strøm. I de to situasjonene som er presentert under, jobber elevene med å prøve å forstå hva tallene i tabellen betyr – gir tallene mening? I de to utdragene tolker og diskuterer gruppene og læreren tabellen opp mot forhold fra virkeligheten, som et sentralt punkt for den matematiske utregningen. Oppgaven og tabellen det refereres til er oppgave a) fra del 2.

Gruppe 5

Gruppe 5 leser oppgaven og er usikre på tallene gitt under hver måned i tabellen. Dette var den første gruppen som stilte spørsmål om tabellen til læreren. Det ytres blant annet en bemerkning om hvorfor tallene under januar og februar, vintermånedene, var lavere enn

tallene under sommermånedene. Læreren var enig i at tallene representert under hver måned ikke ga helt mening, og er innforstått med elevenes tankegang om strømforbruk gitt under vintermånedene sammenlignet med sommermånedene. Elevene er de som leder samtalen. Følgende er deres samtale med læreren. Utdraget og situasjonen er hentet fra linje 1149 – 1172 i transkripsjonen.

Ytring Utdrag fra transkripsjon, dag 2, time 1.

- 1 Elias: Hvorfor er januar (...)
- 2 Lærer: Det er et veldig godt spørsmål. Jeg har ikke peiling. Men tallene gir ikke mening?
- 3 Elias: Nei.
- 4 Lærer: Hva ville gitt mening da?
- 5 Elias: Fordi ...
- 6 Stella: At det ville vært mer strømforbruk om vinteren enn om sommeren.
- 7 Lærer: Ja. Så hvor høyt? Hvis vi sier de tallene hvertfall.
- 8 Elias: Hvis du bruker de tallene ...
- 9 Stella: Altså, hvis jeg er en person som ikke viste noen ting, og hadde sett dette, hadde jeg tenkt sommer, sommer, sommer, vinter.
- 10 Lærer: Ja. Men vi er enige om at dette virker veldig rart, at du går fra å bruke 1,4 millioner i desember også dropper du til 190 000 i januar.
- 11 Elias: Kanskje de som var på jobb ikke har kommet seg helt inn i jobben etter juleferien.
- 12 Lærer: «Ler». Men jeg ville jo tror at kom litt mer på stell i februar da.
- 13 Elias: Ja. Kanskje det er måleapparatene.
- 14 Lærer: Ja, så måleapparatene trenger litt til på å varme opp?
- 15 Elias: Eller kanskje dette her er hvor mye en har brukt totalt (peker på desember).
- 16 Stella: Det gir mening.
- 17 Lærer: Det er ikke en dum ide ja.
- 18 Elias: De bruker 186 i januar, også i neste måned bruker de, altså. Februar er for den og den, så har du mars.
- 19 Lærer: Det skal du ikke se bort i fra. Hvordan ser tallene ut hvis du regner dem ut for hver måned da?
- 20 Elias: Da er det sånn 30 000 på sommeren, også på vinteren er det nesten sånn 200 000 liksom.
- 21 Lærer: Det skal du ikke se bort i fra er en god ide.
- 22 Elias: Det gir mye mer mening.
- 23 Lærer: Men hvis dere lager en oversikt og ser hvordan tallene ser ut, om det gir mer mening.
- 24 Elias: Ja, ok.

I samtalen har jeg funnet elementer fra IC-modellen i læreren sine ytringer, *kontakte*, *oppdage*, *advokere*, *evaluere*, *utfordre* og *omformulere*. Læreren etablerer *kontakt* med å igangsette et undersøkende samarbeid, og stiller spørsmål som kan knyttes til å *oppdage* (ytring 2). Læreren formulerer en form for kritisk problemstilling eller undersøkende spørsmål – «Men tallene gir ikke mening?». De prøver å finne ut av noe de ikke visste fra før av. Læreren *utfordrer* Elias, ytring 4, med et hypotetisk spørsmål for å få Elias til å reflektere – «hva ville gitt mening?». Læreren sitt spørsmål åpner for utforskning. Stella forklarer hva

som ville gitt mening for henne. Læreren *advokerer* med at han åpner for kollektiv refleksjon med et formål om å avklare og forstå Elias og Stella sine tanker og perspektiv. I ytring 10 *evaluerer* læreren elevenes resonnement for å signalisere at det som ble sagt ble hørt, hvor responsen også kan fungere som en invitasjon til å utdype denne ideen videre. Læreren sin dialoghandling signaliserer at det som har blitt sagt er av betydning.

God humor og litt latter kommer frem i dialogen mellom læreren og gruppen (ytring 12). Dette er med å skape en positiv relasjon og kontakt mellom partene, noe som er viktig for videre samarbeid. Læreren *omformulerer* flere ganger i løpet av samtalen (ytring 4, 14 og 21), som vil si at læreren lytter til elevene. Læreren avfeier ikke tankene til elevene, hvor de sammen jobber mot en felles oppdagelse eller konklusjon. Elias presenterer en ny tanke, ytring 15. Han lurar på om tallet under desember måned er så mye skolen har brukt totalt i løpet av året på strøm. Stella er enig med det Elias fremlegger. Læreren gir uttrykk for at han er enig med Elias, og gir dem en form for *evaluering* (ytring 17, 19 og 21). Responsen er nødvendigvis ikke bekreftende på om påstanden til Elias er riktig, men er med å gi en bekreftelse på eventuell ny etablert kunnskap. Læreren *utfordrer* dem med å undersøke nærmere Elias sin tanke, og *utfordrer* dem til å identifisere den matematiske ideen (ytring 23). I denne episoden ytrer læreren utforskende karakter, der flere av dialoghandlingene fra IC-modellen kommer til syne.

Gruppe 4

Den siste gruppen læreren snakket med om tabellen var gruppe 4. Mens gruppen, spesielt Leon og Aksel, diskuterte solcellenes strømproduksjon og hvor mye sol skolen får, kom læreren bort til dem og spurte om de hadde sett på tabellen. Læreren hadde nå fått bekreftet fra de andre gruppene, i tillegg til studentene, at Elias sitt forslag (fra gruppe 5, ytring 15) stemte. I denne situasjonen var det læreren som gikk bort til gruppen og innledet samtalen om tabellen. Elevene hadde ikke begynt å diskutere hverken tabellen eller lønnsomheten ettersom de manglet enkelte av verdiene fra del 1 for å kunne begynne på del 2. Utdraget og situasjonen er hentet fra linje 1277 – 1297 i transkripsjonen.

Ytring	Utdrag fra transkripsjon, dag 2, time 1.
1	Lærer: Har dere sett på tabellen?
2	Preben: Ja.
3	Lærer: Gir tallene mening?
4	Leon: Ja. Det er så mye kilowattimer hver måned.

- 5 Lærer: Hvis du zoomer litt inn, gir tallene mening?
- 6 Leon: Gir mening?
- 7 Lærer: Høres de riktige ut?
- 8 Leon: Men i januar er det vinter, og da burde det vært dyrt.
- 9 Lærer: Ja.
- 10 Leon: Det kan jo være at de har kjøpt ett eller annet apparat som krever mye strøm rundt her (*refererer til verdiene rundt midten av tabellen*). Så har de brukt veldig mye strøm, også har de kvittet seg med det til januar.
- 11 Lærer: Ja, det er en mulighet. Hva apparat var her i desember i 2020 som var vekke i 2021 som tar 1,2 millioner kilowatt med strøm?
- 12 Leon: Jeg vet ikke. Det kan være mange elever som har sluttet da. Om det var et veldig stort kull.
- 13 Lærer: Dette er fra 2021.
- 14 Leon: Åja.
- 15 Lærer: Er det ikke det som står her nede da?
- 16 Leon: Er dette ekte tall?
- 17 Lærer: Ja, det er tallene som er rapportert. Men den andre gruppen pitchet ideen om at det er det totale forbruket når du har kommet så langt i året.
- 18 Leon: Åja.
- 19 Lærer: Så tallene fra januar er 180 000 ca, og februar er da tallene for både januar og februar.
- 20 Leon: Åja ...
- 21 Lærer: Så da har strømforbruket kommet dit.

Læreren kommuniserer gjennom *IRF-mønsteret*, hvor han stiller spørsmål som han allerede vet svaret på (ytring 3, 5 og 7). Han stiller stort sett bare spørsmål i løpet av samtalen, hvor han ber elevene svare. Han tester elevens kunnskaper i en lærer-elev-dialog, hvor læreren «lokker» frem litt og litt opplysninger på allerede bestemte punkter om tabellen (ytring 3, 5, 7 og 17). Kommunikasjonen minner også om *traktmønsteret* eller *topaze-effekten*, ettersom læreren vet hva tallene i tabellen faktisk viser. Læreren stiller spørsmål om noe han allerede vet, altså om tallene i tabellen, hvor han foreslår at gruppen undersøker tabellen. Læreren stopper med å stille spørsmål og velger å anvende det han har oppdaget tidligere, med å viderefordre det faglige innholdet til gruppen. Han presenterer en ny ide og synspunkt for gruppen som de kan undersøke (ytring 17). Læreren tydeliggjør ideen i ytring 17, 19 og 21.

Læreren er den som tar kontakt, og samtalen tar utgangspunkt i lærerens forklaring, og ikke elevenes. Alrø og Skovsmose (2006) presiserer at en viktig betingelse for at en dialog skal klassifiseres i lys av deres IC-modell, er at det er læreren som må ta utgangspunkt i elevens perspektiv. Med andre ord skal det være elevenes perspektiv, og ikke lærerens forklaringer, som er utgangspunktet for det undersøkende samarbeidet. Ut fra Alrø og Skovsmose (2006)

sin presisering, vil jeg derfor ikke kategorisere denne samtalen læreren har med gruppe 4 som spesielt undersøkende.

Selv om samtalen ikke følger Alrø og Skovsmose (2006) sin betingelse for å være en undersøkende samtale, er undervisningen og utgangspunktet for oppgaven en undersøkende aktivitet. Jeg har derfor valgt å trekke frem noen punkter som kan være interessante i lys av dialoghandlingene fra IC-modellen. Læreren prøver å opprette *kontakt* med gruppen med å åpne samtalen med et spørsmål. Læreren stiller, i ytring 3, noe som kan virke som et hypotetisk spørsmål – «Gir tallene mening?». Spørsmålet kan kategoriseres både som å *tenke høyt* (gi uttrykk for lærerens tanke og idé) og å *utfordre* (en intensjon om å sette i gang en refleksjon). Læreren gjentar og *omformulerer* det samme spørsmålet flere ganger – gir tallene mening? (ytring 5 og 7). Læreren viser likevel respekt med å ikke avfeie Leon sine tanker, og velger å *utfordre* ham med et oppfølgende spørsmål, ytring 11. Leon blir av læreren *utfordret* til å reflektere og utforske sine egne tanker. Læreren sitt spørsmål kan ligne elementer fra å *oppdage* som en form for et «hva-nå-hvis-spørsmål». Å oppdage og dvele med ulike perspektiver kan være en sterk utfordring. Selv om læreren ikke benyttet seg av ordene «hva-nå-hvis» i sitt spørsmål, kan spørsmålet leses med et tenkelig uttrykk – «hva var det som var her da som ikke er her nå?». Et slik *utfordrende* og *oppdagende* spørsmål handler om at læreren velger å fokusere nærmere og utforske Leon sin ide, selv om det på forhånd ser ut til å være ubrukelig. Selv om Leon sine tanker om hvorfor tabellen er som den er, fortsetter læreren med å lede samtalen i en gitt retning, ytring 17. Læreren har allerede bestemt seg for hvordan denne samtalen skal ende, nemlig med samme resultat fra gruppe 5. Læreren viser på den måten tydelige tegn på *topaze-effekten* og *traktmønstret*.

4.2.6 Validere

For det nest siste steget i syklusen, altså validere, skal elevene bekrefte eller avkrefte deres resultat i lys av den virkelige verden. Det er lett å tenke at det er læreren sitt ansvar å gi tilbakemelding og kontrollere elevens oppgaver, spesielt om klasseromskulturen og miljøet preges av eksempelvis IRF. Det vil med andre ord si at elever kanskje har en tendens til å ikke gjøre nettopp dette, altså validere deres egne resultater. Fra datainnsamlingen finner jeg tegn fra de ulike gruppene hvor de validerer deres valg og resultater. I flere av tilfellene hvor elevene validerer, er gjerne ikke læreren tilstede. Likevel har jeg funnet to utdrag som viser noe om elevenes validering i samtale med læreren. Begge utdragene er hentet fra helklassediskusjonen de hadde mot slutten, dag 2, time 2.

Elevene diskuterer hvor mye strømmen koster i forbindelse med hvor mye de kan tjene på solcellene, og hvor mye fortjeneste de får etter at panelene har blitt nedbetalt. De diskuterer at ettersom prisen på strøm er så høyt, med stor variasjon, vil ikke skolen få noen spesiell profitt av å investere i solcellepanel. De ulike gruppene har regnet med noe ulik pris på strømmen, men i klasseromsdiskusjon ble de enige om å regne med 5 kroner. Strømprisene var høye i desember 2022 da vi hentet inn datamaterialet. Utfra dette argumenterer elevene for at fortjenesten er for lav. I dette utdraget er det altså det økonomiske aspektet elevene peker på. Elevene har vurdert lønnsomheten opp mot kostnader i forbindelse med installasjon av solcellepanelene, mengden energi både produsert og brukt, kostnader for å produsere og selge energi, gjort vurderinger og antydninger av strømprisene og forventet levetid for solcellepanelene. Utdraget og situasjonen er hentet fra linje 1932 – 1952 i transkripsjonen.

Ytring Utdrag fra transkripsjon, dag 2, time 2.

- 1** Henry: Så bruker folk mindre strøm. Så klokken 8 på kvelden, når alle er hjemme, da skal alle ha lys på. Da er jo det fæen meg høye strømpriser.
- 2** Lærer: Men la oss bare akseptere at strømprisen varierer litt, også må vi lande på en strømpris som er saklig.
- 3** Henry: Si 5, for det er lett å regne med.
- 4** Lærer: 4 kroner, 5 kroner? 6 kroner? Så hvis vi sier 5 kroner da.
- 5** Henry: 30 827.
- 6** Lærer: Så 30 000 er det vi tjener i løpet av et år.
- 7** Henry: Ja.
- 8** Lærer: Er det vi sparer i løpet av et år. Også koster det sånn 1 million kroner å installere de, gjør det ikke?
- 9** Elias: Jo.
- 10** Lærer: Og da er spørsmålet, hvor lang tid tar det før de 30 000 har tjent inn den millionen?
- 11** Elias: Sånn 30 år. 34 år?
- 12** Lærer: 34 år?
- 13** Elias: Ja.
- 14** Lærer: Så det gir oss, hvis garantien gjelder la oss si sånn 6 år. Nei, med 40 år. Gir oss da tydeligvis 6-7 år med profitt.
- 15** Elias: Ja. Hvor mye profitt da?
- 16** Lærer: Så med 30 000 i året, er det du sparer, på 6 år.
- 17** Henry: 180 000.
- 18** Elias: Det koster sånn 180 000 bare med å vedlikeholde de i 30 år. Gidder vi å vente i 40 år for å tjene 180 000? Det tar såpass lang tid, og det betyr såpass lite på de 40 årene. Du får såpass lite tilbake at det er ikke vitsig.
- 19** Lærer: Så kommer det, så vi kom frem til at ut i fra hvilke tall vi har, så kan det ta alt fra 15 til 30 år å nedbetale det. Og blir det gående og det er mulig tjene inn igjen og å gjøre det komfortabelt, og hvis du kan tjener penger på det. Så kommer siste spørsmål som ikke er på oppgaven som jeg bare vil ha litt refleksjoner på. Burde vi?

I utdragene fra helklasseoppsummeringen hvor elevene validerer, er læreren relativ passiv, og det er elevene som startet samtalen. Likevel er han med og stiller spørsmål og fungerer som en fasilitator. Han *tenker høyt* og deler offentlig det han har inni seg (ytring 2). Læreren *omformulerer* (ytring 6, 12 og 19) for å opprettholde *kontakten*, og for å eventuelt avdekke misforståelser. Med at klassen blir enige om en felles strømpris, kan gjøre at det er enklere for dem å sammenligne hverandres løsninger. Dette kan være med å skape en felles forståelse, og gjøre det enklere for en felles og kollektiv refleksjon. Oppgaven elevene hadde fått ekskluderte strømpris, hvor dette var noe elevene måtte finne ut av selv, og velge den prisen de så på som aktuell og reel for deres oppgave.

Læreren oppsummerer, *identifiserer* og *advokerer* det som har blitt sagt, og prøver å forstå det elevene har oppdaget (ytring 8) med at han avklarer det som har blitt sagt i felleskap. Læreren *utfordrer* elevene. Læreren *identifiserer* og prøver å sette ord på deres matematiske perspektiv, samtidig som han er undersøkende til det de har lagt frem, *advokerer*. Læreren stiller et spørsmål og utfordrer dem til å avklare hvor lang tid det tar før de 30 000 har tjent inn den millionen (ytring 10). I ytring 14 og 16 kan det tenkes at læreren gjør vurderingen og utregningen, men han oppsummerer bare det elevene har sagt.

Det er elevene som har tatt utgangspunktet med maks 40 års garanti på solcellepanelene. Gruppene har også regnet og presentert hvor mye deres solcelleanlegg vil koste, og beregnet hvor lang tid det vil ta å nedbetale anlegget. I dette utdraget har det blitt presentert at den ene gruppen sitt anlegg vil koste ca 1 million kroner, hvor de vil tjene 30 000 kroner hvert år. Læreren *identifiserer* og prøver å sette ord på deres matematiske perspektiv, samtidig som han er undersøkende til det de har lagt frem, *advokerer*. I ytring 19 *evaluerer* læreren det som har blitt sagt som en form for feedback og oppsummering. Helt til slutt spør læreren «Burde vi?» som et åpent spørsmål for elevene. I denne episoden, og gjennom dialogen følger læreren fokuseringsmønsteret, ved at han fokuserer på Elias og deres gruppe sin løsning. Læreren leder Elias altså ikke mot et forhåndsbestemt svar.

Andre faktorer har også blitt vurdert i valideringen som eksempelvis miljø og bærekraft. Malvin var enig med de andre elevene at det gjerne ikke var verdt å installere solceller, men at det kunne vært et bærekraftig valg å vurdere. Utdraget og situasjonen er hentet fra linje 1955 – 1958 i transkripsjonen.

Ytring Utdrag fra transkripsjon, dag 2, time 2.

- 1 Lærer: Dette er snakkekluten. Har du kluten har du lov å si noe, hvis ikke holder man helt kjeft. Så spørsmålet er, bør vi kjøpe solceller her på Abel skole? Hvem har lyst å begynne?
- 2 Malvin: Jeg kan begynne. Hvis vi bare tenker på pengene, så ville jeg nok si at det ikke er verdt det. Hvis vi tenker på det som er bærekraftig og grønn energi, så vil jeg si at det er et bærekraftig valg å ta.
- 3 Lærer: Ja. Saklige vurderinger.
- 4 Leon: Jeg tror egentlig at alt utenom Bergen generelt er ikke veldig profitt sted å bo for solcellepaneler. For vi var for å ha solcellene, men det må være et sted hvor det er mindre overskyet, kaldt, i Nord-Norge for eksempel. Mindre fjell, eller oppå et fjell.

Utdraget over er hentet fra de siste minuttene av helklassediskusjonen, hvor læreren ønsker et kort og presist svar fra elevene om skolen bør investere i solceller, hvorfor/ hvorfor ikke?.

Læreren stiller et åpent spørsmål, der han forsøker å *identifisere* og forstå hvordan elevene har løst oppgaven (ytring 1). Utfordringen for elevene er at de må være korte og presise i deres forklaring. Kommunikasjonen læreren har med elevene følger IRF-mønsteret. Læreren stiller to spørsmål i ytring 1, hvor Malvin (en elev) responderer i ytring 2, hvor læreren i ytring 3 evaluerer responsen.

4.2.7 Formidle

Å formidle er det siste og syvende steget i modelleringsyklusen til Blum og Leiß. I denne fasen skal elevene formidle og presentere deres løsning, i dette tilfellet for hele klassen. Det var elevene som pratet mest, hvor læreren i stor grad lyttet til deres samtaler og innspill.

Utdragene fra fasen å validere, er også eksempler hentet fra helklassediskusjonen hvor elevene formidler deres løsning for klassen. Med bakgrunn i at noen av de tidligere fasene er fra helklassediskusjonen, kunne jeg også valgt å plassere dem under denne fasen. På bakgrunn av oppgavens omfang, vil jeg ikke presentere dem på nytt. Utdraget og situasjonen er hentet fra linje 1982 – 1985 i transkripsjonen.

Ytring Utdrag fra transkripsjon, dag 2, time 2.

- 1 Lærer: Ok, så kan være lønnsomt. Noen forhold vi må forholde oss til, det økonomiske, det miljømessige hensyn vi må ta, og det er mange variabler som avgjør hvor og når man gjør vurderinger om vi burde eller ikke burde gjøre det.
- 2 Henry: Vi ble vell alle enige om at det var bedre å bruke pengene på noe annet, hvis det var snakk om å bruke penger på noen solceller.
- 3 Lærer: Så det finnes en tanke om at det finnes bedre ting å bruke 1 million kroner på.
- 4 Hele klassen: Ja!

Utdraget over var det siste læreren og klassen sa i helklassediskusjonen. Læreren er den som oppsummerer det elevene tidligere har presentert og diskutert (ytring 1). Elevene har i denne fasen satt ord på deres utregninger, og forklart til resten av klassen hva de har gjort. Å forklare til andre, kan være et fantastisk verktøy hvor elevene selv må sette ord på det de har kommet frem til. I ytring 3 *tenker læreren høyt* med at han uttrykker en tanke, basert på Henry sitt utsagn. Klassen konkluderer med at å installere solceller på Abel skole *ikke* er lønnsomt. Utdraget er ikke av spesiell undersøkende karakter, og kan ligne en IRF-dialog.

5 Diskusjon

I det foregående kapittelet har jeg analysert de ulike samtaleutdragene, hvor jeg nå skal se på de viktigste funnene fra analysen i lys av teori og tidligere forskning. Analysen av læreren sine ytringer viser at de i stor grad er av utforskende karakter. Selv om konteksten og oppgaven for undervisningen kan betegnes som UBL-inspirert, fant jeg likevel noen av lærerens ytringer av mer tradisjonell karakter. Lærerens rolle i en undersøkende matematikkundervisning er eksempelvis å skape et læringsmiljø som oppmuntrer elevene til å tenke kritisk, stille spørsmål og utforske nye ideer (Stein et al., 2008; Skovsmose, 2003; Bruder & Prescott, 2013; Maass & Artigue, 2013; Keselman, 2003; Abril et al., 2013). En viktig del av denne rollen er å bruke effektive samtaletrekk som kan hjelpe elevene til å utvikle sin tenkning og læring.

[Tabell 7](#) viser en overordnet oversikt over lærerens samtaletrekk fra analysen. Begrepet samtaletrekk blir benyttet som en fellesbetegnelse for de ulike teoriene om kommunikasjonstrekk, -mønstre og -kjennetegn, presentert i kapittel 2. Analysearbeidet ble finsortert, hvor jeg kunne se etter fellestrekk ved de ulike samtaletrekkene som skilte seg ut, og gikk igjen på tvers av de ulike fasene. Fellestrekkene jeg identifiserte var basert på lærerens overordnede samtaletrekk og ytring i samtalen. For eksempel observerte jeg at dialoghandlingen å kontakte, og at læreren tok utgangspunkt i elevene, forekom i flere av fasene der læreren samtalte med elevene. Som et resultat identifiserte jeg fire overordne kategorier for lærerens samtaletrekk. Dette førte til at jeg endte opp med fire egendefinerte kategorier: *Læreren leder samtalen*, *Læreren holder kontakt*, *Læreren tar utgangspunkt i elevene*, og *Læreren i helklassediskusjon*. Hver kategori tar for seg min tolkning av lærerens overordnede og mest fremtredende samtaletrekk, basert på de ulike kommunikasjonstrekkene, -mønstrene og -kjennetegnene læreren benyttet seg av i dialog med elevene. Videre vil jeg utdype hver kategori, og diskutere dem med utgangspunkt i den undersøkende undervisningen.

5.1 Læreren leder samtalen

Det var tilfeller hvor læreren indirekte ledet hvordan elevene skulle utføre eller tolke enkelte av oppgavene med at han, bevisst eller ubevisst, benyttet seg av samtaletrekkene IRF, topazeffekten eller traktmønsteret. Analysen viser at lærerens samtaletrekk til tider sammenfaller

med de tradisjonelle kommunikasjonsmønstrene. Til tross for at rammene for den utforskende undervisning var til stede, er det ikke gitt at klasseromskulturen, læringsmiljøet eller kommunikasjonen alltid vil være av utforskende karakter, noe Voigt (1994) påpeker. Han forklarer at selv om en åpner for nye kommunikasjonsmønstre i matematikkundervisningen, utelukker det likevel ikke at tradisjonelle kommunikasjonsmønstre kan oppstå.

I utdraget hentet fra gruppe 4 hvor læreren diskuterer tallene i tabellen, forteller læreren hvordan elevene skal utføre det som i utgangspunktet var ment som en undersøkende oppgave. Læreren fortalte elevene det matematiske (tabellens oppbygning og tallenes verdi) og det som var vesentlig for å kunne løse oppgaven. Interaksjoner der læreren ledet samtalen karakteriseres av at læreren tilsynelatende tok hovedvekten av det undersøkende arbeidet, enten ved å fortelle elevene konkrete deler av løsningen, eller påpeke det som var viktig. Spesielt i situasjonen med gruppe 4 stilte læreren spørsmål som han allerede visste svaret på. Han stilte stort sett bare spørsmål i løpet av samtalen, hvor han ba elevene svare, som er typiske trekk på IRF i følge Cazden (2001) og Wells (1999). Han testet elevens kunnskaper i en lærer-elev-dialog, hvor læreren «lokket» frem litt og litt opplysninger på allerede bestemte punkter om tabellen. Kommunikasjonen minner om traktmønsteret eller topaze-effekten, ettersom læreren visste hva tallene i tabellen faktisk representerte. Læreren stoppet med å stille spørsmål og valgte å si det han visste med å videreformidle det faglige innholdet for gruppen.

Mangel på kontakt kan gjøre det vanskelig for læreren om vedkommende eventuelt ønsker å utfordre elevene i den undersøkende aktiviteten. Eksempelvis så det ut som læreren mistet kontakten med gruppe 4 med å åpne samtalen med et spørsmål. Spørsmålet kan kategoriseres både som å tenke høyt (gi uttrykk for lærerens tanke og idé) og å utfordre (en intensjon om å sette i gang en refleksjon). Uansett hva som var intensjonen, forutsatte det likevel at elevene var klare til å reflektere. Et slikt spørsmål som læreren stilte, kan imidlertid ha en annen virkning enn undersøkende. Eksempelvis kan det være distraherende eller oppleves som irrelevant for elevene. For at et slik spørsmål skal ha annen funksjon enn ledende, er læreren avhengig av at spørsmålet er i en undrende og åpen kontekst for at det skal fungere som et element i undersøkelsen. Det kan se ut som om kontakten mellom læreren og gruppen var borte, hvor læreren gjentok og omformulerte det samme spørsmålet, selv om eleven allerede hadde svart på det. Dette kan være fordi læreren ikke hadde satt seg godt nok inn i hvor langt elevene var kommet, før han presenterte sine tanker og spørsmål. Elevene var i

utgangspunktet ikke i en undrende modus, og arbeidet med noe helt annet enn tabellen. Spørsmålet fra læreren kan ha fungert som en avbrytelse, fremfor at det stimulerte til en nysgjerrig undersøkende aktivitet.

Spesielt mot slutten av modelleringsfasene tolke, validere og formidle, var lærerens samtaletrekk av IRF-struktur. Selv om IRF-mønsteret ansees som tradisjonelt, vil jeg tenke at læreren i helklasseoppsummering den siste timen, likevel fremmet kommunikative læringsmuligheter i klasserommet. Læreren i helklassediskusjonen vil bli diskutert senere i en egen kategori. Slik læreren presenterte, kunne enkelte elever ha noen utfordringer med å knytte oppleggets innhold til matematikk, og forstå og gjennomføre opplegget. I slike tilfeller kan det tenkes at de trenger at læreren starter samtalen først ved å stille dem spørsmål, hvor de så kan svare og få tilbakemelding. I følge Saswati (2019) kan IRF-mønsteret lette den elevinitierte kommunikasjonen, og legge til rette for læringsmuligheter for dem.

Slik ledende samtaletrekk kan eksempelvis forekomme om elevene står fast i løsningsprosessen, eller om læreren forteller elevene om viktige matematiske sammenhenger. Ledende samtaletrekk kan preges av at læreren formidler fremgangsmåter for å løse gitte oppgaver, og interaksjonene kan dermed ha en høy grad av lærerinvolvering. Et viktig poeng med undersøkende undervisning er at elevene selv skal utforske mulige strategier og fremgangsmåter (Artigue & Blomhøj, 2013; Abril, et al., 2013; Skånstrøm og Blomhøj, 2016). Om situasjonen ikke er åpen eller undrende, kan spørsmålene læreren stiller tolkes som kontrollerende. Dette kan, ifølge Alrø og Skovsmose (2006), hemme den nysgjerrige undersøkende aktiviteten og stoppe elevenes prosess med å reflektere. Prosessen kan også ta en annen retning der eleven er de som forsøker å forstå lærerens perspektiv. Om en slik situasjon oppstår, forstår jeg det slik at dialogen ikke lenger følger IC-modellen. Med ledende samtaletrekk kan det derfor tenkes at læreren kan hemme elevenes undersøkende arbeid, hvor læreren kan gi for mye informasjon knyttet til løsningsprosessen. Dette kan skje i en klasseromskultur preget av IRF-mønsteret. Hadde derimot gruppe 4 allerede diskutert tabellen og vært undersøkende, kunne lærerens interaksjon ikke nødvendigvis hatt en hemmende faktor for det undersøkende arbeidet. Om læreren hadde fortalt om den matematiske sammenhengen, kunne det bidratt med å få elevene videre i løsningsprosessen.

Læreren som ledende kan åpne for noen grad av elevinvolvering ved at læreren stiller stegvise spørsmål til elevene – hint elevene kan respondere på eller forenkle oppgaven for å få elevene

fremover i prosessen. Dette ligner topaze-effekten og traktmønsteret beskrevet av Brousseau (1997) og Kang og Kilpatrick (1992). Lærerens samtaletrekk som ledende kan føre til at vedkommende tar fra elevene muligheten til å undersøke og oppdage matematiske ideer selv. Novotná og Hošpesová (2007) og Brousseau (1997) forklarer at ved enkelte tilfeller kan bruken av topaze-effekten lede til senkende intellektuelle krav hos elevene, og kunnskapen elevene trenger for å løse et matematisk problem endres. Oppgaven elevene egentlig skulle gjøre alene, blir redusert med at læreren leder dem gjennom en rekke eksplisitte, enkle spørsmål, og kunnskapen, analysearbeidet og tolkingen som var nødvendig for å løse den eventuelle oppgaven blir endret. Dette kan også ses i sammenheng med det Rocard (2007) beskriver som en «top-down» tilnærming til undervisning. En konsekvens av at læreren er ledende, kan være at elevene ikke klarer å henge med på lærerens resonnementer, og mister dermed sammenhengen mellom informasjonen læreren gir og selve oppgaven.

Pedaste (2015) beskriver et viktig poeng hvor læreren i fase to, konseptualiseringsfasen, skal støtte og utfordre elevene gjennom dialog. Læreren skal med andre ord gi elevene en viss kontroll over undervisningens retning, uten at det legges for mange føringer for utfallet. Slik jeg ser det vil derfor ikke læreren som ledende legge til rette for ønskede undersøkende aktivitet ettersom interaksjonen i høy grad er lærerstyrt.

5.2 Læreren tar utgangspunkt i elevens oppfattelse

Alrø og Skovsmose (2006) presiserer at en viktig betingelse for at en dialog skal klassifiseres i lys av deres IC-modell, er at det er læreren som må ta utgangspunkt i elevens perspektiv. Med andre ord skal det være elevenes perspektiv, og ikke lærerens forklaringer, som er utgangspunktet for det undersøkende samarbeidet.

Denne kategorien skiller seg fra læreren som ledende ved at lærerens ytringer og spørsmål, i større grad gir elevene mulighet til å gi mer utfyllende forklaringer og svar. Responsen, svarene og ytringene elevene gir er basert på deres egne ideer og resonnement, og ikke på det svaret de tror læreren ønsker. I dialogene der læreren tok utgangspunkt i elevene, orienterte læreren seg og utfordret elevenes matematiske tanker. Læreren kan orientere seg om elevenes tanker med å stille åpne spørsmål, belyse detaljer ved deres resonnement og ideer, som eksempelvis å aktivt lytte og omformulere deres ytringer, og å be elevene om å begrunne og forklare deres tenkning. Aktiv lytting, slik Alrø og Skovsmose (2002) presiserer det, er en

betingelse hvor den som lytter har et ansvar for å stille spørsmål, gi støtte og prøve å forstå den som prater. Med å ta utgangspunkt i elevene, åpner en også muligheten for nye perspektiver på matematiske problemer og innhold (Şen et al., 2021). Videre kan læreren utfordre elevene ved å gi dem nye problemstillinger slik at de kan fortsette utforskningsprosessen eller få elevene til å oppdage sammenhenger mellom egne tanker og matematiske prosedyrer og ideer. Å ta utgangspunkt i elevenes oppfattelse er derfor en forutsetning for undersøkende interaksjoner.

Slik Skovsmose (2001; 2003) beskriver læringsmiljøet i en undersøkende samtale, skal både læreren og elevene ha en mer spørrende og utforskende holdning. På lik linje som elevene, skal læreren sammen med elevene undre og stille spørsmål til oppgaven(e), noe som var tilfellet for dialogen læreren hadde med gruppe 5. Elevene fra gruppe 5 var dem som tok initiativ og spurte læreren om hjelp. Kontakten læreren etablerte med gruppen i begynnelsen, var viktig for den utforskende samtalen og samarbeidet de hadde. Læreren responderte og bekreftet at han hadde fått med seg det som ble sagt. Læreren undret sammen med elevene og stilte spørsmål for å få elevene til å tenke høyt, reflektere og uttrykke det de tenkte. Gruppen og læreren prøvde altså å finne ut av noe de ikke viste fra før av, hvorav de i denne prosessen uttrykte det de tenkte som en del av en kollektiv refleksjon. Læreren sin utfordring og hypotetiske spørsmål åpnet for utforsking, og fungerte som et form for drivstoff for å undersøke og fokusere på Elias og Stella sine tanker. Læreren avfeide ikke ytringene og tankene til elevene, hvor de sammen jobbet mot en felles oppdagelse og konklusjon. Elias presenterte en tanke om at tallet under desember er så mye skolen har brukt totalt i løpet av året på strøm. Læreren ga uttrykk for at han var enig med Elias. Responsen er nødvendigvis ikke bekreftende på om påstanden til Elias er riktig, men er med å gi en feedback på at det gjerne kan stemme.

Interaksjonen kan knyttes til Pedaste et al. (2015) sin tredje fase, den etterforskende fasen, der det legges vekt på elevarbeid. I denne fasen bør læreren trekke seg litt tilbake, og la elevene være i fokus. Lærerens rolle er å legge til rette for utforskning, og å legge til rette for gruppediskusjoner. Pedaste et al. (2015) tar også for seg kommunikasjon i sin fasestruktur som vesentlig for å fremme diskusjon, refleksjon og argumentasjon. Med at læreren tar utgangspunkt i elevene fremmes samtaletrekk av utforskende karakter.

5.3 Læreren holder kontakt

Alrø og Skovsmose (2006) nevner at en sjeldent finner alle de åtte dialoghandlingene i et samarbeidsforløp i løpet av en undervisningstime. De kan eksempelvis opptre sporadisk eller glimtvis. Resultatene av analysen viser at kun enkelte av dialoghandlingene fra IC-modellen var tilstede i de utvalgte dialogutdragene. Læreren holdt kontakt med elevene ved at han støttet og veiledet dem, og tok del av den undersøkende prosessen sammen med elevene gjennom å omformulere, advokere, tenke høyt og utfordre. Ettersom læreren tok del i det undersøkende arbeidet sammen med elevene, kan det tenkes at læreren fremstår som en likeverdig deltaker i arbeidet. For at læreren skal kunne være til støtte og bidra i samarbeidet, er en forutsetning at det opprettes en kontakt mellom partene. Med at læreren åpner og opprettholder kontakt, alene eller gjennom en annen dialoghandling, åpner vedkommende for likeverdighet, og knyttet opp mot det Alrø og Skovsmose (2006) definerer som dialogisk læring. Ved å benytte seg av samtalegrepene å omformulere, advokere, tenke høyt og utfordre, oppfyller læreren en rekke av PRIMAS (Abril et al., 2013) sine kjennetegn på en undersøkende undervisning. Læreren kan blant annet inspirere elevene til undersøkende holdninger som å utforske, forklare, utdype og evaluere, oppmuntre dem til å være spørrende, og reflektere, samarbeide og anerkjenne hverandres faglige ideer og resonnementer, og verdsette hverandres forklaringer og eventuelle feile eller misoppfattede påstander som grunnlag for læring.

Kontakten blir opprettholdt gjennom at læreren, omformulerte, tenkte høyt og utfordret elevene. Med å benytte seg av dialoghandlingen å omformulere, kan en forhindre mulige misforståelser, hvor læreren og eleven kan komme til en felles forståelse av det som eventuelt har blitt presentert. Å omformulere er viktig for å kunne opprettholde et godt samarbeid og for å opprettholde kontakten i den undersøkende samtalen. Alrø og Skovsmose (2006) forklarer at å omformulere har en svært viktig funksjon med at det signaliserer at det som ble sagt er av betydning. Med at læreren gjentar et ord eller en setning, kan en også se på det som en form for å evaluere eller oppsummere ifølge Alrø og Skovskomse (2006). Å gjenta viktige deler av en gjerne kompleks idé eller forklaring, kan hjelpe den eventuelle eleven til å dvele ved det som det snakkes om, og senke hastigheten på samtalen. På den måten kan det tenkes at gjerne flere får med seg det som blir sagt, og kan dermed delta i samtalen.

Kontakten ble også opprettholdt via andre dialoghandlinger der læreren blant annet stilte undersøkende spørsmål, oppfølgingsspørsmål og uttrykte latter. Læreren undret sammen med

elevene og stilte spørsmål for å få elevene til å tenke høyt, reflektere og uttrykke det de tenkte. Med en god kontakt mellom læreren og elevene gir gode forutsetninger til at læreren kan utfordre elevene. For at en med suksess skal kunne utfordre en elev, er en viktig betingelse at noen griper utfordringen. Dersom en elev velger å gjøre noe med utfordringen, overtar vedkommende eieransvaret for utfordringen. Å utfordre kan også åpne for at flere dialoghandlinger kommer til og blir synlige. Eksempelvis vil en utfordring komme til uttrykk gjennom at en advokerer og undersøker eksempelvis andre perspektiver (Alrø & Skovsmose, 2006). Selv om jeg ikke har identifisert et slikt tilfelle, kan likevel dialoghandlingen å utfordre, føre til en gjentakende sirkel av dialoghandlinger fra IC-modellen. Læreren hadde stort sett god kontakt med samtlige av elevene i undervisningen hvor læreren lykkes med å eksempelvis utfordre elevene, men kontakten kan forsvinne eller opphøre i, som nevnt i «Læreren som ledende».

5.4 Læreren i helklassediskusjon

Avslutningsvis diskuterte, formidlet og presenterte elevene deres løsning på oppgaven for hele klassen i en helklassediskusjon. I denne seansen var det elevene som pratet mest, hvor lærerens samtaletrekk identifiseres som en miks av å være utforskende, men også noe mer tradisjonell karakter (IRF).

Samtlige av elevene og læreren var involvert i denne helklassediskusjonen. I starten av timen (time fire) var det læreren som startet, hvor de gikk gjennom oppgaven, og diskuterte det de ulike gruppene hadde kommet frem til. Ifølge Walsh (2011) vil området for læring og samhandling bli utvidet dersom læreren er i stand til å bygge på elevenes bidrag i deres tilbakemeldingsrespons. Wood (1998) observerte at læreren i en undersøkende matematikkundervisning ofte ba elevene presentere deres løsninger for resten av klassen. Noe som også var tilfellet i min studie. Læreren kommuniserte i begynnelsen med elevene gjennom IRF-mønsteret, men etterhvert som diskusjonen utspilte seg deltok flere elever aktivt i samtalen. Det resulterte i at læreren pratet mindre, og elevene tok over og pratet mer. Læreren trakk seg litt tilbake, åpnet opp for elevinnspill, og for at de kunne stille egne spørsmål. I selve oppsummeringsdelen eller i de delene hvor gruppene skulle fortelle om deres løsning og utregninger, rettet også læreren fokuset på et gitt aspekt ved deres løsning. På den måten kommuniserte han i lys av fokuseringsmønsteret beskrevet av Wood (1998), hvor han stilte spørsmål for å snevre elevenes oppmerksomhet.

Helklassediskusjonen læreren og elevene befant seg i kan knyttes til formidlerfasen til Blum og Leiß (2007), og konklusjonsfasen til Pedaste et al. (2015). Det som kjennetegner lærerens samtaletrekk i helklassediskusjonen, er at læreren fungerer som en tilrettelegger for det undersøkende arbeidet. Det som skiller læreren i denne helklassediskusjonen fra hvor læreren leder samtalen, er hvordan læreren tilnærmer seg samtalen.

I interaksjonene hvor læreren er mer ledende var vedkommende mer aktiv i kommunikasjon med elevene, i motsetning var vedkommende mer passiv til hvordan han opptrådte i helklassediskusjonen. Læreren fungerte som en slags fasilitator og «tilrettelegger» slik Yackel & Cobb (1996) beskriver det. Læreren hadde altså en tilbaketrukket funksjon i den undersøkende prosessen, hvor elevene hadde hovedansvaret for det undersøkende arbeidet. Samtaletrekkene som ble identifisert i denne interaksjonen var IC-modellen, IRF og fokuseringsmønsteret, som inkluderer dialogutdragene spesielt fra fasene validere og formidle. Det så også ut som læreren, ved å nettopp trekke seg litt tilbake, observerte elevene. Ved å observere elevene i helklassediskusjonen kan læreren få innsikt i elevenes resonnementer og løsninger, og dermed forberede seg på ytterlig diskusjon eller hvordan han kan legge tilrette for å knytte de matematiske sammenhengene og koblingene for elevene.

I stedet for å plassere læreren i lys av IRF hvor læreren stilte elevene spørsmål, så jeg at læreren hadde en mer tilretteleggende tilnærming. I helklassediskusjonen vil jeg kalle læreren for en regissør, der læreren fungerte som en rettleder. Læreren regisserte helklassediskusjon i den avsluttende fasen av det undersøkende arbeidet. Helklassediskusjonen foregikk gjennom en flytende dialog uten særlig behov for handsopprekninger. På den måten kan det tenkes at læreren lå til rette for elevaktiv kommunikasjon. Helklassediskusjoner i en slik undersøkelsesbasert undervisning kan altså være krevende, ettersom en må prøve å knytte de forskjellige løsninger som elevene kommer med sammen. Utfra min observasjon, indikeres det at læreren dro nytte av læringsmulighetene som oppsto når elevene presenterte deres forklaringer. Elevbidragene ble brukt for å skape sammenhenger, og ikke for å presentere et «endelig og riktig» svar. Ved at læreren inviterte elevene med i helklassesamtalene, skapte det også en mulighet for læring for elevene (Drageset, 2016). På grunn av at elevene deltok og satt ord på matematikken, skapte det muligheter for læring. Elevene løste oppgavene, og resonnererte seg frem til klassens endelige løsning, sammen (Yackel & Cobb, 1996) – det var ikke lønnsomt for skolen å ta i bruk solcellepaneler på deres skole.

I helklassediskusjonen, som jeg også velger å kalle diskusjon- og konklusjonsfasen (Pedaste et al., 2015), fikk alle elevene en mulighet til å få høre en annen løsning av samme oppgave. Eksempelvis rettet læreren fokuset mot et gitt aspekt ved Elias og hans gruppe sin løsning. Oppmerksomheten læreren snevret inn på var profitt og garanti. Læreren nevnte heller ingenting om at resten av klassen burde skrive ned deres forklaring. Samtalen var åpen, hvor de andre elevene i klassen også kunne delta i dialogen, noe eksempelvis Henry gjorde. Læreren lå ingen føringer på hvordan elevene skulle presentere eller formulere deres løsning, hvor de kunne presentere den slik de selv ønsket. Likevel signaliserte læreren at Elias sin forklaring var viktig, ettersom den er en del av den totale oppsummeringen. Helklassediskusjonen er verdifull ettersom elevene får mulighet til å høre flere forskjellige løsninger på samme oppgave (Skovsmose & Säljö, 2008, s. 35; Mims, 2003; Şen et al., 2021; Abril et al, 2013, s. 11). Dette kan også være med å skape en felles forståelse, og gjøre det enklere for en felles og kollektiv refleksjon (Alrø & Skovsmose, 2006). Slik Pedaste (2015) og Čeretková et al. (2013) presenterer, kan elevene i en slik diskusjon og presentasjon, ende opp med å legge frem og presentere eksempelvis en ny hypotese, en modell for å forklare et fenomen, eller trekke inn andre relevante vinklinger av problemet, noe som faktisk var tilfellet. Mims (2003) forklarer at det å kunne ta med en meningsfull kontekst fra den virkelige verden inn i klasserommet, sees på som verdifull. Dette er nettopp for å gjøre elevenes læring relevant for det virkelige liv. Elevene, slik som eksempelvis Malvin gjorde, trakk frem bærekraftig, miljø og grønn energi i sin presentasjon og vurdering av solcelleprosjektet. Det er et godt eksempel hvor den UBL-inspirerte økten åpnet for nye perspektiver på det matematiske problemet og innholdet (Şen et al., 2021)

Lærerens samtaletrekk i den avsluttende delen på helklassediskusjonen følger typiske trekk for IRF. Det er ikke utenkelig at en undervisning avsluttes på en slik kort oppsummerende måte. Hva læreren kunne gjort annerledes, eller hvordan timen kunne ellers ha avsluttes kan likevel diskuteres.

5.5 Oppsummering

Funnene viser at lærerens samtaletrekk i den undersøkende matematikkundervisningen kom til uttrykk både av det en kan kalle for tradisjonell (læreren som ledende) og undersøkende kommunikasjonsmønstre (læren tar utgangspunkt i elevene og læreren holder kontakt). I helklasseoppsummeringen rettet læreren gjerne fokus på en eller flere av elevenes løsninger,

og kommuniserte gjennom blant annet fokuseringsmønsteret. Dialogene læreren hadde med elevene da de satt i gruppene, var mer eller mindre undersøkende av i lys av IC-modellen. Læreren deltok stort sett i dialoger hvor elevene tok initiativ, hvor læreren tok utgangspunkt i det eleven(e) selv hadde tenkt om det aktuelle problemet. Han knyttet kontakt, utfordret dem og tok del i deres løsningsprosess.

Mine funn samsvarer med resultater fra tidligere forskning – selv om en endrer undervisningen til en mer undersøkende form, vil ikke nødvendigvis kommunikasjonsmønsteret plutselig endres. Av de nevnte samtaletrekkene presentert i teorien, IC-modellen med sine åtte dialoghandlinger, fokuseringsmønsteret, topaze-effekten, traktmønsteret og IRF, var det ingen av dem som var totalt fraværende eller fullstendig tilstede gjennom økten.

Gjennom dette forskningsprosjektet har jeg fått innsikt i ulike samtaletrekk som kan oppstå i en undersøkende matematikkundervisning, og fått erkjent at kommunikasjon i matematikkfaget er et komplekst emne. Kommunikasjon mellom læreren og elevene kan utspilles av en rekke ulike faktorer; lærerens tilnærming til undervisning, initiativtakeren, målet for undervisningen og lærerens konkrete handlinger og grep i samtalen. Kommunikasjon er et sammensatt tema, og hver interaksjon kan på ulike måte påvirkes av de nevnte faktorene. Det kan dermed være verdifullt å være bevisst og reflektere over egne samtaletrekk i en matematikkundervisning generelt, og vurdere interaksjoner en har utfra elevens behov og respons. Bruder og Prescott (2013) diskuterer i deres studie at læreren sin evne til å støtte elevene, kan påvirke kvaliteten av det undersøkende arbeidet.

Min tolkning av lærerens samtaletrekk som kunne identifiseres, er at de har hver sin funksjon gjennom undervisningen. Det er ikke et poeng å utpeke og «nominere» et samtaletrekk som «bra» eller «dårlig», og slik som Herheim og Johnsen-Høines (2016) påpeker, bør samtalen ses i sammenheng med målet for læringen. På bakgrunn av dette, tenker jeg at læreren bør først og fremst bli kjent med seg selv og vedkommendes samtaletrekk i en undervisning, spesielt om en vil prøve ulike former for undervisning. For at lærerens samtaler med elevene ikke skal hemme deres undersøkende arbeid i faget, er det avgjørende at lærere er bevisst på ulike måter å kommunisere på i matematikklasserommet, og hvilken betydning det fører med seg. Dette for å unngå at lærerens kommunikasjonsmønster er mot vedkommendes hensikt (Bauersfeld, 1998; Voigt, 1994).

5.6 Metodekritikk

De metodiske valgene som ligger til grunn for undersøkelsen, har hjulpet meg til å beskrive kjennetegn på lærerens samtaletrekk i en undersøkende matematikkundervisning med bruk av ekte tall. Prosessen fra vi fant en lærer som ville delta til selve gjennomføringen av datainnsamlingen gikk raskt, hvor dette kan ha medført begrensede forberedelser både for oss studenter, men gjerne mest for læreren. At læreren ikke deltok i forarbeidet med eksempelvis å designe og teste oppgavene knyttet til undervisningsopplegget, kan ha påvirket funnene. Det vil si at læreren kanskje ikke følte noe eierskap til opplegget, og eksempelvis gjennomført undervisningen etter det som ville gi best resultat for oss. Læreren kan ha oppført seg noe annerledes ettersom han visste at vi ønsket å gjennomføre en utforskende undervisning, noe som kan ha lagt føringer for vedkommendes handlinger. Det mest ideelle hadde kanskje vært om vi hadde fått kontakt med læreren tidlig i prosessen, hvor vedkommende kunne vært med å tilpasse undervisningsopplegget sammen med oss.

Av andre svakheter eller begrensninger som kan være verdt å nevne i denne studien er analysearbeidet. En svakhet med min analysemetode er at jeg i all hovedsak var alene med å finne og kategorisere samtaleutdragene. Om en annen medstudent eller om en fagfelle hadde foretatt en egen analyse med å finne og kategorisere samtaleutdragene, kunne en kanskje avdekket eventuelle andre funn eller bemerkninger i datamaterialet, eller bekreftet likheter. Det kunne ha bidratt til mer troverdige funn. Et vesentlig forbehold i studien er at jeg bare har observert en lærer i totalt fire undervisningstimer. Det er derfor ikke mulig å generalisere mine resultater eller funn til det generelle for alle matematikklærere som gjennomfører et slikt type undervisningsopplegg. Det studien derimot viser er eksempler på samtaletrekk som kan identifiseres og forekomme i en lærer-elev-dialog med de kjennetegnene jeg har beskrevet.

Studiens bidrag er en detaljert beskrivelse av lærerens kommunikasjon gjennom en utforskende matematikkundervisning. Det kan være vanskelig å vite hva en sier, hvordan en sier det og hvordan det påvirker ens undervisning. En slik detaljert observasjon, beskrivelse og analyse av samtaletrekk, er noe som kan være givende for en lærer å være bevisst over. Studien kan dermed inspirere til refleksjon om hva de ulike samtaletrekkene betyr, og hvordan en lærer kan legge til rette for læring av og med UBL-inspirerte undervisningsøkter med bruk av ekte tall. Studien viser hvordan det gitte analyseredskapet kan benyttes for å identifisere interessante kjennetegn ved lærerens samtaletrekk i en undersøkelsesbasert matematikkundervisning, i lys av forskning og i undervisningssituasjoner

6 Avslutning og videre forskning

I denne studien har jeg undersøkt en lærer sine samtaletrekk i en undersøkelsesbasert matematikkundervisning om solceller med bruk av ekte tall. Dette ble gjort ved å observere, med bruk av video- og lydopptak, læreren i lærer-elev-dialoger. Resultatene viser at lærerens kommunikasjon og samtaletrekk er av både av undersøkende og tradisjonell karakter. Det ble funnet fire fellestrekk som gikk igjen på tvers av de ulike fasene av lærerens samtaletrekk; Læreren leder samtalen, Læreren holder kontakt, Læreren tar utgangspunkt i elevene, og Læreren i helklassediskusjon. Fellestrekkene er basert på lærerens overordnede samtaletrekk og ytringer i samtale med elevene.

Bakgrunnen for denne studien bunner i endringer i samfunnet vårt, som igjen påvirker endringer i undervisningspolitikken. Skolepolitikken krever nye ferdigheter og kompetanser, og det er behov for mer forskning knyttet til dette (NOU 2020:2, s. 13). I NOU (2015:8, s. 8) trekker de frem fire anbefalinger som grunnlag for skolens nye innhold – fagspesifikk kompetanse, kompetanse i å lære, kompetanse i å kommunisere, samhandle og delta, og kompetanse i å utforske og skape. Denne studien bidrar til økt innsikt i og bevissthet rundt kompetansen å kommunisere og å utforske, spesielt rettet mot hvordan matematikklærere kommuniserer med elevene sine. Som Bauersfeld (1998) og Voigt (1994) påpeker er lærere ofte ikke klar over hvilke kommunikasjonsmønstre de demonstrerer i matematikkundervisningen sin. Lærere kan til og med kan gå inn i mønstre som strider mot deres hensikt, slik som traktmønsteret (Bauersfeld, 1998). Dersom læreren er bevisst på hvordan han kommuniserer med elevene sine, kan vedkommende klare å utvikle nye kommunikasjonsmønstre i klassen. Læreren kan altså gjennom sin kommunikasjon både hemme eller fremme elevenes læring i matematikk (Alrø & Skovsmose, 2006). Jeg mener at en lærer som er bevisst på hvordan han kommuniserer med elevene sine, lettere kan bruke samtale til å fremme læring.

Kommunikasjon i et klasserom er både uunngåelig og uunnværlig, ikke bare for matematikkfaget, men i alle fag. Den skaper grunnlaget for elevenes fremtidige muntlige aktiviteter, faglige så vel som sosiale, på og utenfor skolen. Denne studien viser at jeg som fremtidig lærer bør være bevisst og tenke gjennom min egen kommunikasjon. Læring, kommunikasjon og utforskende arbeid henger godt sammen, og kanskje kan en større

vektlegging på denne kombinasjonen gjenerobrer entusiasmen matematikk i utgangspunktet har potensialet til å skape. Slik som PRIMAS argumenterer for er at UBL kan være med å øke elevens iboende interesse for naturfag og matematikk, og kan være en bidragsyter til ulike kompetanser som problemløsningsferdigheter, selvstyrt læring og for å utforske nye kunnskapsområder (Abril et al., 2013).

Ut fra studiens undersøkelse og funn, åpner solcelleprosjektet fra ARGUMENT for et utforskende arbeid i matematikkfaget. Analysen og funnene viser at læreren ofte kommuniserer av utforskende karakter der læren fungerer som en regissør og fasilitator i dialog med elevene. Solcelleprosjektet står i stil med to av matematikkens nye kjerneelementer, Utforsking og problemløsning, og Modellering og anvendelser (Utdanningsdirektoratet, 2020), hvor oppgaven legger tilrette for at elevene kan utforske og kommunisere om det matematiske innholdet.

Nasjonal og internasjonal forskning, og den nye læreplanen har satt et større fokus på undersøkelsesbasert læring i matematikkfaget, hvorpå denne masteroppgaven tar for seg lærers dialog i en slik kontekst. Selv om lærerens dialog bare er en liten del av all kommunikasjon i klasserommet og for hva UBL kan tilby matematikkundervisning, er det absolutt en viktig del av helheten. I likhet med Voigt (1994) kan det sies at tradisjonelle kommunikasjonsmønstre fortsatt eksisterer i en undersøkende matematikkundervisning. Av de nevnte samtaletrekkene presentert i teorien, IC-modellen med sine åtte dialoghandlinger, fokuseringsmønsteret, topaze-effekten, traktmønsteret og IRF, var det ingen av dem som var totalt fraværende eller fullstendig tilstede gjennom undervisningsøktene.

6.1 Videre forskning

I lys av min studie og funnene jeg har presentert, er det interessante spørsmål som har dukket opp underveis som kunne vært spennende å undersøke og eller se nærmere på. Et eksempel på dette er å flytte fokuset over på elevene og analysert deres gruppesamarbeid i lys av den undersøkende oppgaven – hvilke samtaletrekk kan identifiseres hos elever i en gruppe som samarbeider i en undersøkelsesbasert matematikkundervisning?. Ellers hadde det vært interessant å kunne forske på læreren over en lengre tidsperiode, ettersom jeg for denne studien bare fikk datamateriale som dekket fire undervisningstimer. En analyse med data fra

en undersøkende undervisning over en lengre periode, ville kanskje avdekket andre funn eller eventuelle endringer hos lærerens dialogiske handlinger.

Analyse av samtaledialoger har vært i fokus for forskning over hele verden, der en forsøker å forstå karakteren og rollen til klasseromskommunikasjon for og i læring og undervisning. Rammeverket som har blitt benyttet i denne studien gir innsikt i de spesielle interaksjonsmønstrene som fremkommer i disse fire matematikktimene. Gitt den tilsynelatende betydningen av den undersøkende dialog for å fremme undersøkende matematikk, trengs det likevel mer forskning og utvikling på feltet. Det er åpenbart et behov for forskning utover én matematikklærer og fire undervisningstimer for å gi en større forståelse om samtaletrekkene av lærerdialogene i klasser på forskjellige steder, nivåer og på andre matematiske emner. Det er også behov for å forstå hvordan de ulike samtaletrekkene kan muliggjøre utvikling av ferdigheter, kunnskaper og disposisjoner i de matematiske prosessene for både læreren og eleven.

Resultatet fra min studie peker på muligheter i matematikkundervisningen for å engasjere elevene i aktuelle samfunnsspørsmål, og å bruke matematiske og naturvitenskapelige begreper for å finne eventuelle løsninger. Ytterlig forskning er nødvendig for å se nærmere på både hva elevene og lærerne sier og gjør i undersøkelsesbaserte matematikkundervisninger, og for å finne måter å støtte elevenes bruk av matematikk i og utenfor klasserommet på.

7 Litteraturliste

- Abril, A. M., Aguirre, D., Aldorf, A-M., András, S., Antal, E., Ariza, M. R., Blomhøj, M., den Boer, C., Bronner, P., Čeretková, S., Doorman, M., Dorier, J-L., Escobero, J. M., Farrugia, J., Febri, M. I. M., García, F. J., Kontai, T., van der Kooij, H., Lyngved, R., ... Tamási, C. (2013). *Inquiry-based learning in maths and science classes* (FP7/2007-2013 244380). PRIMAS. https://primas-project.eu/wp-content/uploads/sites/323/2017/11/primas_final_publication.pdf
- Alrø, H. & Skovsmose, O. (2002). *Dialogue and learning in mathematics education: intention, reflection, critique*: Kluwer Academic.
- Alrø, H., & Skovsmose, O. (2006). Undersøgende samarbejde i matematikundervisningen: udvikling af IC-Modellen. I O. Skovsmose, & M. Blomhøj (red.), *Kunne det tænkes?: om matematiklæring* (s. 110-126). Malling Beck. <https://mat-didaktik.dk/wp-content/uploads/2018/11/Kunne-det-tænkes-s110-126.pdf>
- ARGUMENT. (2018, 30. januar). *Om ARGUMENT*. Argument.uib. <https://argument.uib.no>
- Artigue, M. & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>
- Bauersfeld, H. (1998). Remarks on the education of elementary teachers. Constructivism and education. I M. Larochelle, N. Bednarz & J. Garrison (Red.), *Constructivism and education* (s. 213-232). Cambridge University.
- Blomhøj, M. (2000). Fuld fart frem og bremsen i: modellering i matematik. I M. J. Høines, V. Hartz, K. Wallby, A. Kristjánisdóttir, & L. Häggblom (red.), *Matematik og undervisning: Norden 2000* (s. 117-126). Matematik.
- Blum, W. & Leiß, D. (2007). How do students' and teachers deal with modelling problems? I C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Red.), *Mathematical modelling ICTMA 12: education, engineering and economics* (s. 222-231). Horwood publishing.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics 1970-1990* (Redigert og oversatt av N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland & V. Warfield). Kluwer Academic Publishers.
- Bruder, R., Prescott, A. (2013). Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM* 45, 811–822. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0542-2>
- Cazden, C. B. (2001). *Classroom discourse: The language of teaching and learning* (2. Utg.). Heinemann.

- Čeretková, S., Melušová, J. & Šunderlík, J. (2013). *Guide of supporting actions for teachers in promoting inquiry-based learning* (FP7/2007-2013 244380). PRIMAS.
https://primas-project.eu/wp-content/uploads/sites/323/2017/11/FINAL_WP5_short-Guide-supporting-actions_licence_150708.pdf
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forlag.
- Dalland, C. P., Bjørnstad, E. & Andersson-Bakken, E. (2021). Observasjon som metode i barnehage- og klasseromsforskning. I E. Andersson-Bakken & C. P. Dalland (Red.), *Metoder i klasseromsforskning; Forskningsdesign, datainnsamling og analyse* (s. 125-152). Universitetsforlaget.
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving* (7. utgave.). Gyldendal.
- Di Martino, P. & Zan, R. (2010). 'Me and maths': Towards a definition of attitude grounded on students' narratives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(1), s. 27–48.
<https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1007/s10857-009-9134-z>
- Dorier, J-L., Maass, K. (2014). Inquiry-Based Mathematics Education. I Lerman, S. (Red.) *Encyclopedia of Mathematics Education* (300-304). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_176
- Drageset, O. G. (2014). Redirecting, progressing, and focusing actions – a framework for describing how teachers use students' comments to work with mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 85(2), 281–304.
<http://www.jstor.org/stable/43589820>
- Drageset, O. G. (2016). Korleis lærarar leier ein matematisk samtale. I Johnsen-Høines, M & Herheim, R (Red.), *Matematikksamtaler: undervisning og læring - analytiske perspektiv* (s. 169 – 179). Caspar Forlag.
- Ellis, A., Özgür, Z., & Reiten, L. (2019). *Teacher moves for supporting student reasoning*. *Mathematics Education Research Journal*, 31(2), 107–132.
<https://doi.org/10.1007/s13394-018-0246-6>
- Engeln, K., Euler, M. & Maass, K. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: a comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 823-836.
<https://doi.org/10.1007/s11858-013-0507-5>
- Evang, H. (2020). Matematikk for livet: elevens myndiggjøring som didaktisk rettesnor. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 104(3), 283-296. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.18261/issn.1504-2987-2020-03-06>

- Fangen, K. (2015, 17. juni). *Kvalitativ metode*. Forskningsetikk.
<https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/kvalitativ-metode/>
- Franke, M. L., Kazemi, E. & Battey, D. (2007). Mathematics teaching and classroom practice. I F. K. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 225-256). NCTM.
- García, F. J. (Red.) (2013). PRIMAS – Guide for professional development providers.
https://primas-project.eu/wp-content/uploads/sites/323/2017/10/PRIMAS_Guide-for-Professional-Development-Providers-IBL_110510.pdf
- Grossman, P. & McDonald, M. (2008). Back to the Future: Directions for Research in Teaching and Teacher Education. *American Educational Research Journal*, 45(1), s. 184–205. DOI: 10.3102/0002831207312906.
- Haines, C. R. & Crouch, R. (2010). Remarks on a modeling cycle and interpreting behaviors. I R. Lesh, P. Galbraith, C. Haines & A. Hurford (Red.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (s. 145-154). Springer.
- Hana, G. M. (2013). *Matematiske byggesteiner*. Caspar Forlag A/S.
- Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C. P., Deca, L., Grangeat, M., Karikorpi, M., Lazoudis, A., Casulleras, R. P. & Welzel-Breuer, M. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship* (EUR 26893 EN). European Commission.
https://www.researchgate.net/publication/280831573_Science_Education_for_Responsible_Citizenship
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4 utg.). Abstrakt forlag.
- Johnsen-Høines, M., & Herheim, R. (2016). Innledning: Samtaler danner rom for læring. I M. Johnsen-Høines & R. Herheim (Red.), *Matematikksamtaler: undervisning og læring - analytiske perspektiv* (s. 7-22). Caspar forlag.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898–921.
<https://doi.org/10.1002/tea.10115>
- Kompetansebehovutvalget. (u.d). *Mandat 2021-2027*. Kompetansebehovutvalget.
<https://kompetansebehovsutvalget.no/om-utvalget/mandat/>
- Krumsvik, R. J. (2014). *Forskningsdesign og kvalitativ metode: ei innføring*. Fagbokforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2019a). *Læreplan i naturfag* (NAT01-04). Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemaal-og-vurdering/kv78?lang=nob>

- Kunnskapsdepartementet (2019b). *Læreplan i matematikk (MAT01-05)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.
<https://www.udir.no/lk20/mat01-05/kompetansemaal-og-vurdering/kv14?lang=nob>
- Leiss, D., Schukajlow, S., Blum, W., Messner, R., & Pekrun, R. (2010). The Role of the Situation Model in Mathematical Modelling—Task Analyses, Student Competencies, and Teacher Interventions. *Journal Für Mathematik-Didaktik (Internet)*, 31(1), 119–141. <https://doi.org/10.1007/s13138-010-0006-y>
- Linell, P. (1998). *Approaching dialogue: Talk, interaction and contexts in dialogical perspectives*. John Benjamins Publishing Company.
- Maass, K. (2010). Classification Scheme for Modelling Tasks. *ZDM*, 31(2), 285–311.
<https://doi.org/10.1007/s13138-010-0010-2>
- Maass, K. & Artigue, M. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *ZDM*, 45(6), 779–795. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0528-0>
- Maass, K., & Doorman, M. (2013). A model for a widespread implementation of inquiry-based learning. *ZDM*, 45(6), 887–89. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0505-7>
- Matematikksenteret. (2020, 16. august). *Fra læreplan til praksis med MatteLIST*. Matematikksenteret. <https://www.matematikksenteret.no/nyheter/fra-læreplan-til-praksis-med-mattelist>
- Mims, C. (2003). Authentic learning: A practical introduction & guide for implementation. *Meridian a Middle School Computer Technologies Journal*, *Meridian*, 6(1).
https://www.researchgate.net/publication/228395999_Authentic_Learning_A_practical_introduction_and_guide_for_implementation
- Nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH). (2021). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. (5. utgave). Oktan Oslo AS.
- Nosrati, M. & Wæge, K. (2015). Sentrale kjennetegn på god læring og undervisning i matematikk. Matematikksenteret.
<https://www.matematikksenteret.no/sites/default/files/attachments/product/Oppdatert%200september%202019%20Sentrale%20kjennetegn%20på%20god%20læring%20og%20undervisning%20i%20matematikk.pdf>
- NOU: 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole*. Kunnskapsdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/dal48fec8c4a4ab88daa8b677a700292/no/pdf/s/nou201520150008000dddpdfs.pdf>

- NOU: 2020: 2. (2020). *Fremtidige kompetansebehov III*. Kunnskapsdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/053481d65fb845be9a2b1674c35d6d14/no/pdfs/nou202020200002000dddpdfs.pdf>
- Novotná, J., & Hošpesová, A. (2007). What is the price of topaze? I J. H. Woo, H. C. Lew, K. S. Park & D. Y. Seo. (Red.). *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (utg. 4, s. 25-32). PME.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, s. 47–61.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Postholm, M. B. (2005). *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (2. utg). Universitetsforlaget.
- Robson, C. & McCartan, K. (2016). *Real World Research* (4. utg). Wiley
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission.
<https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Saswati, R. (2019). Analysis of Classroom Interaction Using IRF Pattern: A Case Study of EFL Conversation Class. *Scope: Journal of English Language Teaching*, 3(1), 29.
<https://doi.org/10.30998/scope.v3i1.2782>
- Şen, C., AY, Z. S., & Güler, G. (2021). The Effectiveness of Inquiry-based Learning on Middle School Students' Mathematics Reasoning Skill. *Athens Journal of Education*, 8(4), 417–440. <https://doi.org/10.30958/aje.8-4-5>
- Skott, J., Jess, K., & Hansen, H. C. (2008). *Matematik for lærerstuderende. Delta: Fagdidaktik*. Samfundslitteratur.
- Skovsmose, O. (2001). Landscapes of Investigation. *ZDM - Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 33(4), 123-132. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1007/BF02652747>
- Skovsmose, O. (2003). Undersøgelseslandskaber. I O. Skovsmose & M. Blomhøj (Red.) *Kan det virkelig passe? Om matematiklæring* (s. 143-158). L&R Uddannelse.
- Skovsmose, O., & Säljö, R. (2008). Learning mathematics through inquiry. *NOMAD nordic studies in mathematics education*, 13(3), 31-52.
- Skånstrøm, M. & Blomhøj, M. (2016). Det kommer an på I T. E. Rangnes, & H. Alrø (Red.), *Matematikklæring for framtida: Festskrift til Marit Johnsen-Høines*. Caspar

- forlag. <https://dkmat.dk/wp-content/uploads/2019/05/Mikael-Skånstrøm-og-Morten-Blomhøj-Det-kommer-an-på.pdf>
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313–340. <https://doi.org/10.1080/10986060802229675>
- Strømskag, H. (2022). Teorien for didaktiske situasjoner: Et systemisk rammeverk for å utvikle og undersøke matematikkundervisning. I V. L. Nilssen & S.-M. Høyenes (Red.). *Samtaleorientert matematikk: et samspill mellom didaktiske og adidaktiske situasjoner* (s. 25-80). Fagbokforlaget.
- Universitetet i Bergen (u.d). Oppgaver med tall fra virkeligheten. Ekte data. https://ektedata.uib.no/oppgaver/?_sft_oppgavetype=argument
- Utdanningsdirektoratet. (2020, 3. september). *Hva er nytt i matematikk?*. Udir. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagspesifikk-stotte/nytt-i-fagene/hva-er-nytt-i-matematikk/>
- Utdanningsdirektoratet. (2021, 22. september). *Slik ble læreplanen utviklet*. Udir. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/slik-ble-lareplanene-utviklet/>
- Voigt, J. (1994). Negotiation of Mathematical Meaning and Learning Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 26(2/3), 275–298. <http://www.jstor.org/stable/3482786>
- Walsh, S. (2011). *Exploring Classroom Discourse*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203827826>
- Wells, G. (1999). *Dialogic Inquiry: Towards a Socio-cultural Practice and Theory of Education*. Cambridge University Press. <https://doi-org.galanga.hvl.no/10.1017/CBO9780511605895>
- Wood, T. (1998). Alternative patterns of communication in mathematics classroom: Funneling or focusing? I H. Steinbring, M. G. Bartolini Bussi, & A. Sierpinska (Red.), *Language and communication in the mathematics classroom* (s. 167-178). National Council of Teachers of Mathematics.
- Wæge, K. (2015). Samtaletrekk – redskap i matematiske diskusjoner. *Tangenten: tidsskrift for matematikkundervisning*, 26(2), 22-27. <http://tangenten.no/wp-content/uploads/2021/12/tangenten-2-2015-nettet.pdf>

- Wæge, K. (2007). Elevenes motivasjon for å lære matematikk og undersøkende matematikkundervisning. Trondheim: Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU).
- Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458–477.
<https://doi.org/10.2307/749877>

Vedlegg

[Vedlegg 1 – Undervisningsopplegget](#)

[Vedlegg 2 – Informasjonsskriv og samtykkeerklæring](#)



Rekordmange vil ha solceller – Eli ventet i ni måneder

Oppdatert 13. oktober

Finansavisen

Høye strømpriser har økt
etterspørselen etter
solcelleanlegg

Publisert 21. mars 2022 kl. 10.06

**Fikk strømregning
på 83 000 kr –
vurderer solceller**

23.september 2022

Billig strøm med solceller

by **Vilde Christin Skildrud** 5 måneder siden ⌚ 9 MIN READ



14. juli
2022

Solcelleanlegget gjør fabrikken mindre sårbar for de
skyhøye strømprisene

Høye strømpriser gir boom for
solcelleanlegg

Publisert 21. mars kl. 07:50



Mål for solcelleprosjektet:

- Modellere situasjoner knyttet til reelle datasett, presentere resultatene og argumentere for at modellene er gyldige.
 - Jeg kan beregne strømproduksjon på et solcelleanlegg.
 - Jeg kan gjøre målinger via satellittbilde på et gitt areal med bruk av målestokk og omregning.
 - Jeg kan argumentere og reflektere om bruk av solceller er lønnsomt og investere i.
 - Jeg kan vurdere og argumentere for den matematiske fremstillingen som er best egnet for min/ gruppen sin besvarelse.

Solceller - lønnsomt på

Er det bedre med solceller? Eller er solceller en vits i det høye nord, med vintermørke, dårlig vær og sol bare to dager i hele sommerferien?

Flyplassen i Longyearbyen på Svalbard klarer å dekke opptil 75 % av kraftforbruket sitt med solceller. Der erstatter solcellene kullkraft, så det må være bra – og det viser at solceller fungerer selv langt mot nord.

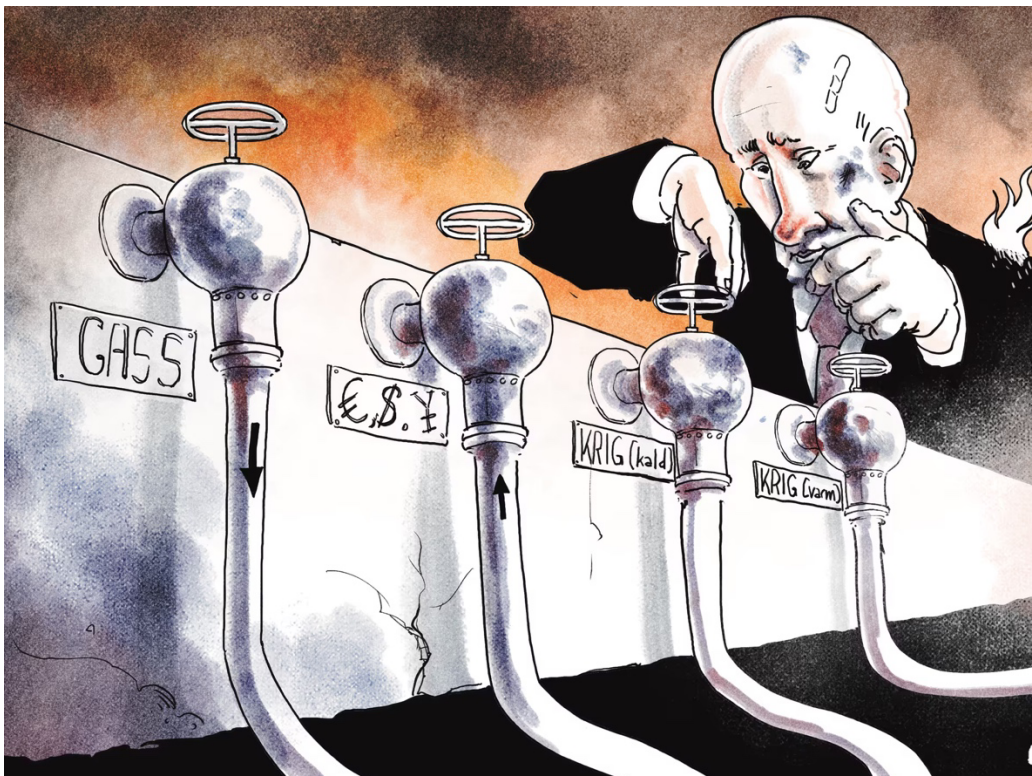
Vi skal nå undersøke om det er lønnsomt å sette opp solceller på skoletaket. Dere må diskutere i gruppen hvordan dere skal legge opp arbeidet. For å konkretisere spørsmålet om solceller er effektiv energi, foreslår vi å prosjektere, altså planlegge, et solcelleanlegg for skoletaket. Da får vi grep om størrelsen et slikt anlegg kan ha, og hvor mye energi det kan gi.



Noen faktorer som påvirker strømprisen - gass, krig og lite vann:

- Historiske høye priser på kull og gass
 - Krig i Ukraina: Russland kutter leveranser av gass til Europa
- Prisen på strøm utenfor vårt kraftmarked (Nord Pool)
- Forbrukernes strømforbruk - oppvarming på vinteren og nedkjøling på sommeren
- Lite nedbør (tørke) fører til mindre vann til elvekraftverkene og vannmagasinene
- Mengden strøm vi eksporterer til utlandet
- Vedlikeholdsarbeid og kabelkvalitet
- Høye priser på CO2-kvoter, og dyrt å produsere fossil energi (det grønne skifte)

Kilde: <https://xn--strm-ira.no/dagens-str%C3%B8mpris>



Oppgaver

Hvordan og hvor ville dere lagt opp et solcelleanlegg på taket for å få mest mulig produksjon av strøm?

Her må dere på gruppen finne deres egen metode, og komme frem til en felles løsning. Gruppen skal besvare oppgavene og levere inn et felles arbeidsdokument. Dere velger selv om dere vil skrive digitalt, på papir, eller en kombinasjon.

Del 1

Måle størrelse på taket

For å kunne planlegge et solcelleanlegg på skoletaket må dere vite noe om område rundt skolen som kan påvirke solcellenes virkning, eksempelvis solinnstråling. Hvor tenker dere det kan være best å legge solcellene? I hvilken retning skal de vendes mot - sør, nord, øst, vest, sørøst, sørvest? Dere må altså finne himmelretningene på stedet. I tillegg må dere se på topografien; er det høye fjell eller bygninger som skygger? Eventuelt finne ut når på dagen solen skinner på skolebygningen. Diskuter i gruppen hvilken fremgangsmåte dere skal bruke, og resultatene dere kommer frem til.

a) Hvor mye sol er det her hos oss (på)?

Finn soloppgang og solnedgang for stedet. Observer topografi og annet som skygger.

Forslag dere kan ta i bruk: (*Her har vi valgt å fjerne linker på bakgrunn av opplysninger som kan knyttes til skolen.*)

b) Hvilken del av taket tenker dere at solcellepanelene skal legges på og hvor mange? Husk å begrunn valgene deres. Standard mål på en solcelle er 1,7 m².

Vi kan ikke bare belegge hele taket med solceller. De må skrås i retning solen, og ikke skygge for hverandre. Her skal dere bruke google maps eller annen type satellitt/ bilde av skolen ovenfra. Med tanke på tid og sikkerhet kan vi dessverre ikke gjennomføre eksakte målinger på taket. Link til satellittbilder: <https://www.google.com/maps>

..

c) Hva vil det koste å kjøpe solceller til det taket dere har valgt?

Ett solcellepanel på 410W koster 4900 Kr inkl. montering.

d) Beregne produksjon på en takflate

Hvor mye strøm kan en solcelle produsere på en dag? Solcellepanelene på 410 W har en virkningsgrad på 20%. Tenk høyt med gruppen, og regn ut. Lag et felles løsningsforslag.

Del 2

Refleksjon – lønner det seg for [redacted] å investere i solceller?

Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Ok	Nov	Des
186 146	359 427	528 373	665 557	752 047	810 912	848 023	900 223	992 452	1 121 419	1 282 047	1 470 345

- Studer tabellen. Hva kan vi lese ut fra denne? Hva kan være årsaken til variasjon i strømforbruk til måned til måned? Tallene er oppgitt i kWh.
- Når vil det eventuelt lønne seg for skolen å investere i solceller? Eller vil investeringen egentlig lønne seg? Vis svaret gjennom å lage en matematisk fremstilling.

Tenk at dere skal forklare den matematiske fremstilling til en som ikke har vært med på prosjektet. Alle på gruppen skal delta med deres forklaring.

Bruk denne linken for reelle strømpriser, om du ønsker:

→ <https://www.los.no/dagens-strompris/historiske-strompriser/> - se strømpris her

Vedlegg 2 – Informasjonsskriv og samtykkeerklæring

Til elever og deres foresatte

Vil du delta i forskningsprosjektet «ARGUMENT»?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt der vi utvikler arbeidsmåter som elever opplever motiverende og knyttet til aktuelle saker i samfunnet. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse innebærer.

Formål

Hovedmålet er å øke elevers motivasjon og læring i fagene matematikk og naturfag. I forskningsprosjektet vil vi undersøke hvordan elevaktive arbeidsmåter kan øke elevenes læring og deres evne til faglig utforskning og kritisk tenkning. Gjennom samarbeid mellom forskere og lærere vil forskningsprosjektet utvikle og formidle kunnskap om slike arbeidsmåter.

Forskningsprosjektet er et samarbeid mellom Bergen Kommune, Universitetet i Bergen, Høgskulen på Vestlandet og flere av dine lærere. Forskningsprosjektet heter *Allmenndannende Realfag Gjennom Utforskning Med Ekte og Nære Tall*, eller bare ARGUMENT.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Bergen er ansvarlig for forskningsprosjektet og for behandling av data. Professor Stein Dankert Kolstø ved Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen er ansvarlig for daglig drift av forskningsprosjektet. Høgskulen på Vestlandet er samarbeidspartner for forskningsprosjektet. Bergen kommune, i samarbeid med elevenes lærere, er ansvarlig for utvikling av undervisningen som skal forskes på.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du blir bedt om å delta i forskningsprosjektet siden du er elev ved Nore Neset ungdomsskole.

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *ARGUMENT*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til (bruk gjerne et stort kryss som dekker alle boksene):

- å delta gjennom å gi forskerne tilgang til ting jeg er med å skrive og lage i undervisningen
- å delta i video- og lydopptak som viser hele klassen i undervisningstimer
- å delta i video- og lydopptak fra arbeid i grupper
- at videoopptak fra klasserommet hvor jeg er med, og hvor ansikter er sladdet, lagres etter prosjektslutt til bruk i undervisning av lærere og lærerstudenter

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 30. juni 2025.

(Signatur av elev)

(Dato)

Hvis du ikke er fylt 15 år må også en foresatt samtykke i deltagelse i forskningsprosjektet:

Jeg er foresatt for eleven som har skrevet under ovenfor. Jeg bekrefter at jeg har mottatt informasjon om forskningsprosjektet og at jeg samtykker i deltagelsen.

(Signatur)

(Dato)

Utdypende informasjon om forskningsprosjektet ARGUMENT

Hva innebærer det for deg å delta?

Alle elever skal delta som vanlig i undervisningen som utvikles. Det å delta i forskningsprosjektet innebærer at forskerne som er med i samarbeidet får samle inn data fra 4-6 undervisningstimer (høsten 2022).

I undervisningen ønsker vi å samle inn data gjennom å gjøre video- og lydopptak og gjennom å få kopi av besvarelser og annet arbeid dere skriver og jobber med i undervisningsprosjektene. I timene ønsker vi video- og lydopptak når dere jobber i grupper. Da kan vi lettere se og høre samtaler knyttet til ulike typer oppgaver dere får i faget. Videoopptak vil bli lagret på en trygg dataservert så ikke andre enn forskerne får tilgang. Videoopptak der ansikt er sladdet vil kunne bli lagret etter prosjektslutt til bruk i undervisning av lærere og lærerstudenter, men bare hvis du sier ja til dette. Elever som ikke ønsker å bli filmet vil likevel kunne delta i undervisning, men holdes utenfor video- og lydopptak.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Du tar da kontakt med din lærer i matematikk som vil gi beskjed videre til oss som undertegner dette skrevet. Du kan også ta direkte kontakt med oss (se kontaktinformasjon lengre nede). Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det betyr at bare fagpersoner i prosjektgruppen og masterstudenter som er med i forskningsprosjektet kan se på video- og lydopptakene og andre data som kan knyttes til deg. De som får tilgang til data som samles inn er tre masterstudenter og deres veiledere fra Høyskolen på Vestlandet. Alle data vil bli lagret nedlåst inne på låste rom og på dataservert som er spesielt godkjente og sikre. Navn på deg og skolen vil vi erstatte med en kode som lagres på en egen navneliste som vil lagre adskilt fra øvrige data. I rapporter og forskningsartikler fra prosjektet vil alle elever, lærere og skole bli anonymiserte slik at ingen kan gjenkjennes, og på bilder fra undervisningen vil ansikter sladdes. Du kan også ta kontakt med oss for å få innsyn i, endret eller slettet data fra deg som vi har samlet inn.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Forskningsprosjektet skal etter planen avsluttes 30. juni 2025. Alle videoer og personopplysninger bli anonymiserte innen 30. juni 2025.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke. På oppdrag fra Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen, har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- Stein Dankert Kolstø ved Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen, telefon 55 58 48 39 eller 92 64 21 36, e-post kolsto@ift.uib.no.
- Janneke Tangen, Rådgiver i Fagavdeling skole, Bergen kommune, telefon 55562478 og e-post Janneke.Tangen@bergen.kommune.no
- Studentene:
 - Heidi Tveitehaug ved Høgskolen på Vestlandet. E-post: 580555@stud.hvl.no
 - Malin Revheim Solvi ved Høgskolen på Vestlandet. E-post: 580469@stud.hvl.no
 - Martine Christoffersen Søli ved Høgskolen på Vestlandet. E-post: 580508@stud.hvl.no
- Veiledere:
 - Kirsti Rø ved Høgskolen på Vestlandet. E-post: kirsti.ro@hvl.no
 - Eva Elise Tvedt ved Høgskolen på Vestlandet. E-post: eva.elise.tvedt@hvl.no
 - Silke Lekaas ved Høgskolen på Vestlandet. E-post: silke.lekaus@hvl.no
 - Rune Herheim ved Høgskolen på Vestlandet. E-post: rune.herheim@hvl.no
- Vårt personvernombud: Janecke Helene Veim, telefon 55 58 20 29, e-post Janecke.Veim@uib.no
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Heidi Tveitehaug, Malin Revheim Solvi og Martine Christoffersen Søli

