

MASTEROPPGAVE
M5GLU
Mai 2023

Utforskende arbeid gjennom programmering

Scientific inquiry through programming

Akademisk masteroppgave
30 stp. oppgave

Margrete Aarseth



OsloMet – storbyuniversitetet

Fakultet for lærerutdanning og internasjonale studier
Institutt for grunnskole- og faglærerutdanning

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem fine år på OsloMet. Arbeidet med masteroppgaven har vært spennende, og med god veiledning har ikke denne kneika vært så stor som jeg fryktet. Det er deilig å nå være ved veis ende, og en lettelse å snart tre inn i fulltidsjobb og kunne jobbe med noe jeg elsker.

Først vil jeg takke veilederen min, Katarina Pajchel. Uten deg hadde ikke denne masteroppgaven blitt som den ble. Takk for støtte, forståelse, press og kritisk blikk. I tillegg en takk til medveileder Niklas Karlsen, for tips og veiledning, og for at jeg fikk ta inspirasjon fra ditt arbeid.

En stor takk til læreren og elevene som stilte opp som deltakere til studiet. Takk for at jeg fikk komme på besøk og for at dere har gjort studiet mulig.

Videre vil jeg takke medstudenter som har vært gode sparringspartnere, støttespillere og ikke minst ordentlig gode venner. Dere har gjort studiet og masterperioden til en skikkelig fin tid.

Helt til slutt vil jeg si en spesiell takk til samboeren min og mine foreldre. Takk Aleks, for at du har tatt så godt vare på meg dette halvåret og heiet på meg. Takk Mamma, for at du har gitt meg verktøyene jeg trenger for å klare å stå støtt når verden raser sammen. Takk Pappa, for at du er min største støttespiller og som heier på meg hele veien i alt jeg gjør. Og sist, men ikke minst: Takk Terje, for din evige optimisme. Idet jeg leverer masteroppgaven, kan jeg høre deg si «Selvfølgelig klarte du det! Selvfølgelig!»

Sammendrag

Masteroppgaven er en del av forskningsprosjektet *Teachers' Research Literacy for Science teaching* (TRELIS), i samarbeid med OsloMet og HVL. I denne masteroppgaven har jeg gjennomført en enkeltcasestudie på 8.trinn hvor jeg har undersøkt hvordan PRIMM kan være en måte å tilrettelegger for utforsking i naturfag gjennom programmering. PRIMM er et rammeverk intendert som en støtte for lærere i planlegging og gjennomføring av programmeringsbasert undervisning, og står for Predict, Run, Investigate, Modify og Make. For å finne ut om elevene utforsker når de bruker programmering i PRIMM-basert undervisning, har jeg sett på elevenes samtaler. Studien går i dybden på hvordan de snakker sammen og hva de snakker om, og datamaterialet er lydopptak av elever som arbeider sammen to og to, samt elevenes arbeid i programmet Scratch.

Hovedfunnene viser at elevene har ulike typer samtaler i de ulike fasene av PRIMM og at det er forskjell mellom de to gruppene som er gjenstand for analyse. Elevene har uproduktive og produktive samtaler, hvor de produktive samtale synliggjør en kunnskapsbygging hos elevene. Videre kommer det frem at gruppene driver med utforskende arbeid i alle fasene av PRIMM, men at det er forskjeller mellom og innad i gruppene.

Ut ifra funnene diskuteres sammenhengen mellom programmering og utforsking av naturfaglige fenomener i lys av progresjon i programmering, modellering og naturfag, samt sammenhengen mellom PRIMM og modellbasert utforsking, og hvordan PRIMM kan være et nyttig verktøy i planlegging av programmeringsbasert og/eller utforskende undervisning. Avslutningsvis peker jeg på praktiske implikasjoner ved bruk av PRIMM som støttestruktur til utforskende arbeid gjennom programmering.

Emneord: Utforskende arbeid, Programmering, PRIMM, Modellbasert utforsking, Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter

Abstract

This master thesis is part of the research project Teachers' Research Literacy for Science teaching (TRELIS), in collaboration with OsloMet and HVL. In this master thesis, I conducted a single case study in 8th grade to investigate how PRIMM can facilitate scientific inquiry through programming. PRIMM is a framework intended to support teachers in planning and implementing programming-based instruction, standing for Predict, Run, Investigate, Modify and Make. To determine if student inquire while using programming in PRIMM-based instruction, I examined student conversations. The study delves into how students communicate with each other and what they talk about, and the data consists of audio recordings of pairs of students working together and their work in the Scratch program.

The main findings show that students have different types of conversations in the different phases of PRIMM, and that there are differences between the two groups analyzed. Students have unproductive and productive conversations, where productive conversations demonstrate knowledge building among the students. Furthermore, the groups engage in scientific inquiry in all phases of PRIMM, but there are differences both between and within the groups.

Based on the findings, the relationship between programming scientific inquiry of a scientific phenomenon is discussed in the light of progression in programming, modeling and science, as well as the relationship between PRIMM and model-based inquiry, and how PRIMM can be a useful tool in planning programming-based and/or scientific inquiry instruction. Finally, I point out the practical implications for using PRIMM as a support structure for scientific inquiry through programming.

Key words: Scientific inquiry, Programming, Model-based inquiry, Nature of science

Innholdsfortegnelse

1.0	INNLEDNING	10
1.1	BAKGRUNN.....	10
1.2	HENSIKT OG FORSKNINGSSPØRSMÅL	11
2.0	TEORI	12
2.1	UTFORSKENDE ARBEID	12
2.1.1	<i>Hva er det?</i>	12
2.1.2	<i>Hvorfor skal elevene arbeide utforskende?</i>	13
2.1.3	<i>Utforskende arbeid</i>	13
2.2	SOSIOKULTURELT LÆRINGSPERSPEKTIV	13
2.3	UTFORSKENDE ARBEID OG NATURVITENSKAPELIGE PRAKSISER OG TENKEMÅTER.....	14
2.3.1	<i>Modellbasert utforskning</i>	16
2.3.2	<i>Språkets betydning</i>	18
2.4	SOSIOKULTURELL DISKURSANALYSE.....	19
2.5	PROGRAMMERING.....	21
2.5.1	<i>Den algoritmiske tenkeren</i>	22
2.5.2	<i>Computational Thinking</i>	22
2.5.3	<i>PRIMM</i>	24
3.0	TIDLIGERE STUDIER	26
4.0	METODE	27
4.1	FORSKNINGSDESIGN	27
4.2	STYRKER OG SVAKHETER	28
4.3	UTVALG OG UNDERVISNINGSSOPPLEGG	28
4.4	DATAINNSAMLING.....	30
4.5	ANALYSERAMMEVERK	31
4.5.1	<i>Sosiokulturell diskursanalyse</i>	31
4.5.2	<i>Dimensjoner i utforskende arbeid</i>	33
4.6	ANALYSEMETODE.....	35
4.7	GYLDIGHET OG PÅLITELIGHET.....	36
4.8	ETISKE VURDERINGER	37
5.0	RESULTAT	37

5.1 HVILKE FORMER FOR SAMTALE OPPSTÅR MELLOM ELEVENE VED GJENNOMFØRELSE AV PRIMM-BASERT UNDERVISNING?	37
5.1.1 <i>Predict</i>	39
5.1.2 <i>Run</i>	42
5.1.3 <i>Investigate</i>	45
5.1.4 <i>Modify</i>	49
5.2 HOVEDFUNN FORSKNINGSSPØRSMÅL 1	51
5.3 HVILKE DIMENSJONER AV UTFORSKENDE ARBEID KOMMER TIL SYNE I ELEVENES SAMTALER?	52
5.3.1 <i>Predict</i>	52
5.3.2 <i>Run</i>	55
5.3.3 <i>Investigate</i>	57
5.3.4 <i>Modify</i>	62
5.4 HOVEDFUNN FORSKNINGSSPØRSMÅL 2	68
6.0 DISKUSJON	68
6.1 HVA SIER RESULTATENE?	68
6.2 PRIMM SOM EN MÅTE Å GJØRE MBI PÅ	69
6.2.1 <i>Testbarhet</i>	70
6.2.2 <i>Revidering</i>	70
6.2.3 <i>Utlede</i>	70
6.2.4 <i>Generativ</i>	71
6.2.5 <i>Forklaring</i>	71
6.3 PRIMM SOM PROGRESJON I PROGRAMMERING, MODELLERING OG NATURFAGLIGE FENOMENER.....	71
6.3.1 <i>Progresjon i programmering</i>	71
6.3.2 <i>Progresjon i modellering</i>	72
6.3.3 <i>Progresjon i naturfag</i>	73
6.4 PRIMM SOM ET VERKTØY I UNDERVISNING	74
6.5 FUNN SAMMENLIGNET MED TIDLIGERE FORSKNING	76
6.6 PRAKTISKE BETYDNINGER	76
6.7 STUDIENS BEGRENSNINGER	77
7.0 KONKLUSJON	79
LITTERATURLISTE.....	80

VEDLEGG 1..... 84

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn

I løpet av fjerde året på grunnskolelærerutdanningen programmerte vi månefaser. Det var inspirerende, utfordrende og en vekker for meg. Programmeringsundervisningen var laget med utgangspunkt i PRIMM-rammeverket. PRIMM står for Predict, Run, Investigate, Modify og Make, og er en støttestruktur til programmeringsundervisning som bygger på abstraksjon, forståelse av koder og Use-Modify-Create-modellen (Lee et al., 2011; Sentance & Waite, 2017). Utfordringer med programmering i grunnskolen kan være at det er nytt for mange, litt vanskelig og muligens ikke utstråler faglig relevans for elever og naturfagslærerne som har jobbet i skolen i flere år. Som helt fersk lærer er jeg redd for å møte forventning fra skolen om at jeg er «programmeringsekspert» ettersom jeg har tatt en 5-årig master. Etter at vi hadde hatt programmering på fjerde året kjente jeg på en følelse av mestring og et behov for å lære mer om hvordan programmering kan brukes i naturfag. Jeg bet meg merke i et kompetansemål etter tiende trinn hvor det står at elevene skal kunne bruke programmering til å utforske naturfaglige fenomener (Utdanningsdirektoratet, 2020). Dermed gikk tankeprosessen fra programmering og over til utforsking, som er noe vi har jobbet mye med i løpet av studiet. Likevel var det ikke åpenbart for meg hvordan utforsking og programmering skulle gå hånd i hånd, og jeg antar at det ikke er åpenbart for flere lærere. Oppgaven tar for seg både utforsking og programmering, og fra det aktuelle kompetansemålet vil jeg understreke ordlyden «*bruke* programmering til å utforske». Elevene skal da ikke nødvendigvis kunne programmere noe selv, men heller bruke programmering som et slags verktøy. Den PRIMM-inspirerte undervisningen som masteroppgaven dreier seg rundt er derfor ikke lagt opp til at elevene skal programmere avanserte programmer selv, men heller bruke programmet til å utforske månefaser. Jeg opplever at tema har en høy relevans med tanke på den nye læreplanen, kjerneelementene i naturfag, naturfagslærere og de behovene vi vil se i fremtidens samfunn.

1.2 Hensikt og forskningsspørsmål

Hensikten med denne masteroppgaven er å undersøke på hvilke måter PRIMM tilrettelegger for utforsking i naturfag. Gjennom et undervisningsopplegg strukturert etter PRIMM-rammeverket, skal elevene arbeide med en månefasesimulering og bruke denne til å undersøke og forhåpentligvis utforske det naturfaglige fenomenet som er månefaser. Utfyllende beskrivelse av undervisningsopplegget finnes i Vedlegg 1. Baktanken med å strukturere undervisningsopplegget etter PRIMM-rammeverket er at det gir en god mulighet for elevene å *bruke* programmering, og som videre kan åpne dørene for elevene til å videre programmere noe selv. PRIMM-rammeverket har noen likheter med utforskende tilnærming, og for å undersøke hvordan programmering og utforsking i naturfag går sammen i dette undervisningsopplegget vil jeg forsøke å svare på følgende forskningsspørsmål:

1. Hvilke samtaler oppstår mellom elevene ved gjennomførelse av PRIMM-basert undervisning?
2. Hvilke dimensjoner av utforskende arbeid kommer til syne i elevenes samtaler?

Forskningsspørsmålene besvares gjennom å se på samtaler mellom elevene og elevenes arbeid i Scratch, som er et programmeringsverktøy med blokkprogrammering. Samtale er sentralt når elevene samarbeider, og samtaledata vil kunne gi rik informasjon om de arbeider utforskende. Forskningsspørsmålene vil gi innsikt i hvordan de snakker (1) og hva de snakke om (2). Dimensjonene i Forskningsspørsmål 2 dreier seg om individuell dimensjon og kollektiv dimensjon.

Masteroppgaven vil være beskrivende for hvordan utforsking av naturfaglige fenomener gjennom bruk av programmering på ungdomstrinnet kan foregå. Ved å svare på og drøfte disse forskningsspørsmålene håper jeg at masteroppgaven kan bidra til kunnskap om hvordan gjeldende kompetansemål kan arbeides med, og hjelpe andre naturfagslærere som synes utforsking gjennom programmering er utfordrende.

2.0 Teori

2.1 Utforskende arbeid

2.1.1 Hva er det?

Å utforske er et hyppig brukt verb i dagens læreplaner. I retningslinjene for læreplanen står det at «å utforske handler om å oppleve og eksperimentere og kan ivareta nysgjerrighet og undring». Videre står det at «Å utforske kan bety å sanse, oppdage, observere og granske. I noen tilfeller betyr det å teste ut eller evaluere arbeidsmetoder, produkter eller utstyr» (Kunnskapsdepartementet, 2018, s. 23). I naturfag har utforsking en spesifikk betydning, og i verbbeskrivelsen i læreplanen i naturfag er det lagt til at å utforske også innebærer å stille spørsmål og bruke data til å forklare (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Ludvigsenutvalgets utredning i forkant av fornyelsen av Kunnskapsløftet (LK20) presenterer fire sentrale kompetanseområder som skal ligge til grunn i fornyelsen av skolens innhold (NOU 2015:8, 2015). Ett av disse kompetanseområdene er kompetanse i nettopp å utforske og skape. I å utforske og skape ligger det at elevene skal kunne identifisere relevante spørsmål og bruke effektive og relevante strategier for å løse problemer. For å kunne dette må elevene evne å resonnerer, analysere, tenke kritisk og ta i bruk vitenskapelige metoder (NOU 2015:8, 2015). Videre er ett av kjerneelementene i LK20 *naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter* (NPT) og lyder slik:

Elevene skal oppleve naturfag som et praktisk og utforskende fag. Elevene skal gjennom opplevelse, undring, utforsking og erfaring forstå verden omkring seg i et naturvitenskapelig perspektiv. Ved å arbeide praktisk og ved å lage egne modeller for løse faglige utfordringer, kan elevene utvikle skaperglede, evne til nytenkning og forståelse av naturfaglig teori. Naturvitenskapene har et spesielt språk og fagspesifikke måter å tenke på for å forklare fenomener og hendelser. Kjerneelementet beskriver fagets uttrykksformer, metoder og tenkemåter. Arbeid med kjerneelementet naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter skal kombineres med arbeid knyttet til de andre kjerneelementene (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 2)

I LK20 står det ikke mer om hva NPT er og det står lite om hva lærerne skal fokusere på annet enn praktisk arbeid med modeller (Haug et al., 2021; Utdanningsdirektoratet, 2020)

2.1.2 Hvorfor skal elevene arbeide utforskende?

I formålsparagrafen heter det at «Elevane og lærlingane skal utvikle kunnskap, dugleik og holdningar for å kunne meistre liva sine og for å kunne delta i arbeid og fellesskap i samfunnet. Dei skal få utfalde skaparglede, engasjement og utforskartrøng» (Opplæringslova, 1998, §1-1). Med evner til å utforske skal elevene kunne bidra til omstillinger i arbeidslivet, nytenkning og innovasjon (NOU 2015:8, 2015). Elevene skal med andre ord rustes for fremtiden, og utforsking i skolen kan sees i lys av skolens utdannings- og dannelsingsoppdrag, som henger nøye sammen og er gjensidig avhengig av hverandre (Kunnskapsdepartementet, 2017).

2.1.3 Utforskende arbeid

Utforskende arbeid har litt ulike definisjoner, men noen sentrale trekk går igjen. I denne oppgaven forstås utforskende arbeid som arbeid som innebærer å stille spørsmål og bruk av ulike bevismidler for å besvare spørsmålene (Knain & Kolstø, 2011). Samtale mellom elevene er kilden til data i masteroppgaven, og det vil derfor også være sentralt å inkludere utforskende samtale som en del av det å arbeide utforskende. Utforskende samtale er en type samtale hvor minst én av deltakerne i samtalen vurderer og utfordrer det som blir sagt (Bungum et al., 2018). Kommunikasjon er en sentral del av å arbeide utforskende og innebærer også øving i og bruk av de grunnleggende ferdighetene lesing, skriving, regning, muntlige og digitale ferdigheter (Knain & Kolstø, 2011; Kunnskapsdepartementet, 2017).

De grunnleggende ferdighetene inngår når elevene formulerer hypoteser, forklaringer, argumenter og lager modeller. I naturvitenskapen jobber forskere sjeldent alene, og når elever skal arbeide utforskende vil en sentral del av opplæringen være kollektiv. Knain & Kolstø (2011) skiller mellom den individuelle og den kollektive dimensjonen i utforskende arbeid. I den individuelle dimensjonen legger de til grunn elevens evne til å gjøre systematiske observasjoner, konkludering og eksperimentelle ferdigheter. I den kollektive dimensjonen legger de til grunn de mer sosiale ferdighetene som diskusjon, argumentasjon og formidling. Det er samspillet mellom den kollektive og den individuelle dimensjonen som er i fokus i et sosiokulturelt læringsperspektiv (Säljö, 2001).

2.2 Sosiokulturelt læringsperspektiv

Sosiokulturelt læringsperspektiv bygger på antakelsen om at språk og sosial deltakelse fører til læring. Språk og tenkning er gjensidig avhengig av hverandre, og språkutvikling og faglig forståelse er dermed tett knyttet sammen (Haug & Mork, 2021; Vygotsky, 2001).

Vygotsky (2001) introduserte det han kaller for sonen for den nærmeste utvikling, også kjent som den proksimale utviklingssonen. Den proksimale utviklingssonen er helt sentral i det sosiokulturelle læringsperspektivet og oppsummeres i Figur 1.



Elevens eksisterende utviklingsnivå er det eleven klarer selvstendig og er representert som den lysegrønne sonen rundt eleven i Figur 1. Den proksimale utviklingssonen er det eleven klarer ved hjelp og støtte av andre som kan mer, «den mer kunnskapsrike andre» (Vygotsky, 2001), og er representert i den mørkegrønne sonen i Figur 1.

Figur 1 - Den proksimale utviklingszone

2.3 Utforskende arbeid og naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter

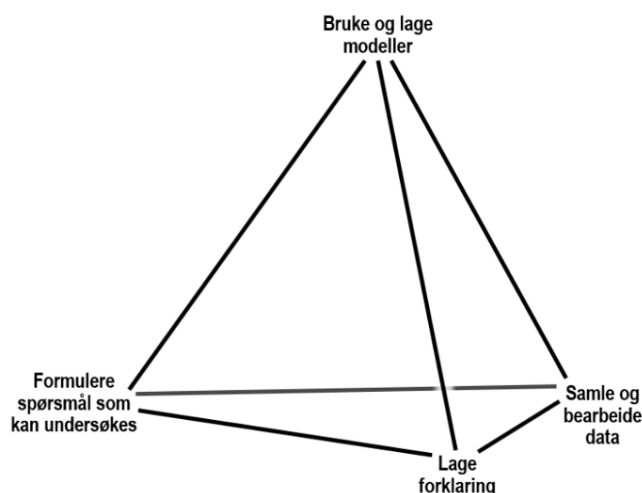
Opplæring i naturvitenskapen handler om å balansere konseptuell, epistemisk og sosial læring. Konseptuell læring handler om forståelse av vitenskapelige prinsipper og begreper, mens epistemisk læring handler om å forstå hvordan vitenskapen fungerer og testes. Sosial læring handler om forståelse for hvordan vitenskapelig kunnskap utvikles på tvers av samfunn og kultur. Disse tre områdene balanseres ved at elever er aktive deltakere i læringsprosesser og hvor de kan arbeide utforskende samtidig som de diskuterer og reflekterer (Duschl, 2008). Det Duschl (2008) skriver om kan sammenlignes med NPT. Haug et al. (2021) belyser i sin artikkel sammenhengen mellom NPT og det å utforske. Videre vil denne sammenhengen utdypes gjennom Haug et al. (2021) som viser til Next Generation Science Standards, og lister opp åtte praksiser de mener er sentrale for NPT:

- Formulere spørsmål som kan undersøkes
- Utføre informasjonssøk og kildekritikk
- Samle og bearbeide data
- Argumentere
- Lage forklaring
- Gjøre etiske vurderinger
- Bruke og lage modeller
- Formidle

(Haug et al., 2021; National Research Council, 2012)

Den observante leser legger kanskje merke til at hypoteseformulering ikke er en av disse åtte praksisene. Hypoteseformulering har en sentral plass i naturvitenskapens egenart (Windschitl et al., 2008). Haug et al. (2021) har inkludert hypoteseformulering i praksisen «samle og bearbeide data» og begrunner det med at hypoteser handler om å peke på mulige sammenhenger mellom variabler som videre muliggjør en seleksjon av relevant data som må samles inn. Haug et al. (2021) har delt NPT inn i to underkategorier: utforske og kritisk tenkning.

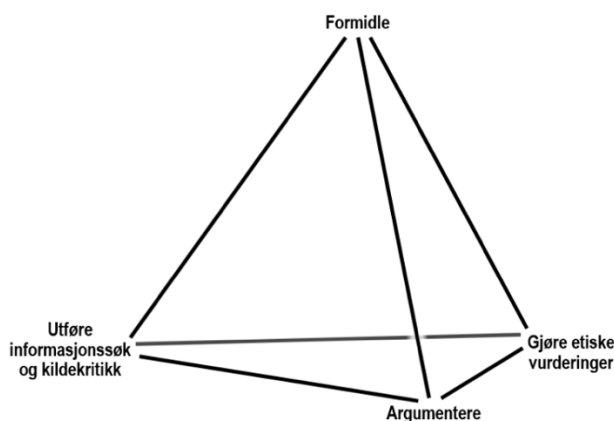
I å utforske legges de første tre praksisene, formulere spørsmål som skal undersøkes, samle og bearbeide data og lage forklaring, til grunn (Haug et al., 2021; Knain & Kolstø, 2011; Korsager, 2018b). Disse praksisene bygger på Utdanningsdirektoratet (2020) sin definisjon av utforskende arbeid i naturfag i LK20 hvor spørsmålsstilling og bruk av data til å lage forklaringer er grunnleggende praksiser i det å utforske. Haug et al. (2021) viser videre til internasjonale publikasjoner som eksempelvis Krajcik & Merrit (2012) og Gilbert & Justi (2017) som argumenterer for at en sentral del av naturfagundervisning er å arbeide med modeller. NPT sin nyvunne plass i den norske læreplanen kan argumenteres til å komme til syne i LK20, hvor det å bruke og lage modeller har fått større plass enn i tidligere norske læreplaner (Utdanningsdirektoratet, 2020). Å bruke og lage modeller argumenteres til å burde inkluderes i de grunnleggende praksisene for utforsking, ettersom arbeid med modeller kan knyttes tett sammen med de tre første praksisene (Haug et al., 2021). Hvilke praksiser Haug et al. (2021) legger i sin underkategori, «utforske», oppsummeres i Figur 2.



Figur 2 - Sentrale praksiser for å utforske, inkludert arbeid med modeller

Den neste underkategorien til Haug et al. (2021) er kritisk tenkning, og innebærer de fire resterende praksisene i NPT: argumentere, utføre informasjonssøk og kildekritikk, etiske

vurderinger og formidling. Argumentasjon henger tett sammen med kritisk tenkning, og kritisk tenkning innebærer å vurdere argumenter, påstander og handlingsvalg, samtidig som man ser noe fra flere sider (Meld.st. nr. 28, 2015-16). Kritisk tenkning har en sentral plass i LK20 og begrunnes med at elevene skal kunne ta informerte valg og gode avgjørelser (NOU 2015:8, 2015). Å utføre informasjonssøk og kildekritikk er en selvskreven praksis med tanke på evnen til kritisk tenkning. I tillegg til å argumentere og utføre informasjonssøk og kildekritikk er etiske vurderinger og formidling inne under kritisk tenkning (Haug et al., 2021). I denne oppgaven som handler om programmeringsbasert modellering av månefaser er ikke etiske vurderinger en sentral del. Formidling derimot, er sentralt i den forstand når elevene øver seg i grunnleggende ferdigheter når de skal forklare og argumentere muntlig eller skriftlig. De fire praksisene som hører til underkategorien «kritisk tenkning» oppsummeres i Figur 3.



Figur 3 - Sentrale praksiser knyttet til kritisk tenkning

Måten Haug et al. (2021) har delt inn NPT i utforskning og kritisk tenkning, kan også sees på som å dele det inn i «modellbasert utforskning» og «språkets betydning». I denne masteroppgaven hvor elevene samtaler rundt en simulering, er det relevant å belyse disse inndelingene ytterligere.

2.3.1 Modellbasert utforskning

Modellbasert utforskning (MBI) er et begrep brukt av Windschitl et al. (2008), og er en kritikk mot «the scientific method» (TSM). De argumenterer at TSM har blitt en slags instruksjonsprotokoll eller en prosedyre, hvor målet er å teste prediksjoner eller hypoteser fremfor naturvitenskapelige ideer, og som skaper et stort søkelys på de naturvitenskapelige praksisene, men utelater de naturvitenskapelige *tenkemåtene* (Windschitl et al., 2008).

Hva som legges i naturvitenskapelig kunnskap blir utypet av Windschitl et al. (2008). De argumenterer for fem aspekter i kjernen av naturvitenskapelig kunnskap, hvor de viser til Giere (1991) og Longino (1990) og beskriver kjernen av naturvitenskapelig kunnskap som utviklingen av evidensbaserte forklaringer av hvordan verden fungerer. Utviklingen av naturvitenskapelig kunnskap beskrives som en kreativ prosess hvor hypoteser kommer fra teorier eller modeller, og hvor disse hypotesene testes opp mot observasjoner og eksperimenter (Windschitl et al., 2008). For å gjøre dette på en vitenskapelig måte som genererer og validerer nye ideer, argumenterer de for samtale og språk rundt disse fem epistemiske aspektene (oversatt til norsk av meg):

- Testbarhet
- Revidering
- Forklaring
- Utledende
- Generativ

(Windschitl et al., 2008)

Autentisk utforskning i naturfagundervisningen kan knyttes til disse fem aspektene, og da spesielt i arbeid med modeller (Skår, 2018; Windschitl et al., 2008). Disse fem aspektene mener Windschitl et al. (2008) omfavner hvordan forskere, men også elever, bruker modeller som representasjon av naturvitenskapelige ideer om hvordan verden er. Videre er det hensiktsmessig å forklare disse fem aspektene, og de blir forklart sett under ett i den modellbaserte utforskningen. Modellene skal fungere som en forklaring på omfattende systemer, og skal gi avgjørende referanserammer til støtte for *generering* av hypoteser som skal *testes*. Modellene skal fungere som referanse i tolkning av observasjoner, og er i seg selv gjenstand for *revidering*. Aspektet *utledende* (conjectural på engelsk) var utfordrende å oversette til godt norsk, men i motsetning til deskriptive modeller vil utledende modeller styrke behovet for observasjoner som støtter forklaringer som ikke kommer eksplisitt frem i modellene. Naturvitenskapelige fenomener kan uttrykkes i utledende modeller, som er særlig egnet når det som modelleres er for stort eller for lite til å observere direkte. De observerbare elementer fra modellen fungerer som en støtte til *forklaring* av hypoteser og strukturer som ikke er mulig å observere direkte grunnet egenskapene ved det naturfaglige fenomenet som modelleres og utforskes (Windschitl et al., 2008). Videre vil arbeid med modeller utarte seg i et progresjonsforløp hvor de starter med en tradisjonell skolemodell, for videre å bruke modellen, revidere modellen, rekonstruere

modellen og til slutt modellere selv (Gilbert & Justi, 2016). Ulike modelltyper har ulikt formål, og i denne masteroppgaven med programmering av månefaser har det vært naturlig å bruke en simulering.

2.3.2 Språkets betydning

Språk og samtale er sentralt i skolen, men det må påpekes at elever som er aktive deltakere i elevsamtaler ikke synonymt med at de utvikler en meningsfull forståelse om det det samtales om (Bungum et al., 2018; Roth, 2002). For å støtte elevene i sin utvikling av forståelsen for naturfaget og naturvitenskapens egenart, argumenterer Roth (2002) for vinklinger av naturvitenskap som skal gi nye måter å snakke om naturfaget på:

1. Ideer som presenteres i naturfagundervisningen er ofte i konflikt med elevenes egenkonstruerte ideer. For å få elevene til å gi slipp på de konstruerte ideene, og ikke vrenge dem til å passe inn i naturvitenskapelige forklaringer, må elevene oppleve en kognitiv konflikt eller et behov for å endre ideene sine, som er sentralt i kognitiv læringsteori (Korsager, 2018a; Roth, 2002). Dette bør skje gjennom møte med andre ideer som gir mer mening, og ideene må introduseres på en slik måte at de kan relateres til elevenes tidligere ideer og oppleves som nyttige forklaringer (Roth, 2002). Dette møtet med andre ideer kan skje gjennom samtale med andre, og kan derfor også inkluderes i sosiokulturell læringsteori, som er læringsteorien som ligger til grunn for denne masteroppgaven.
2. Den konseptuelle endringen av ideene skjer først når de blir satt ord på (Roth, 2002). Ulike formål med naturfagundervisningen krever ulike samtaler, og lærersnakk er like viktig som elevsnakk. Å snakke om naturfag er ikke tilstrekkelig, og Roth (2002) argumenterer at det må snakkes eksplisitt om naturvitenskapens egenart og utforskning, og om hvordan man snakker om og arbeider med naturvitenskap for å oppnå en faktisk forståelse av naturfaget og naturvitenskapens egenart.

Naturfag innebærer mange fagbegreper og er et språk elevene må lære. Lemke (1990) skriver om det han kaller for tematiske mønstre, og definerer det som et språklig mønster man må kjenne for å forstå konsepter som snakkes om. På samme måte som Roth (2002), argumenterer Lemke (1990) at mentale modeller eller konseptuell forståelse må snakkes om for å læres. Meninger og konsepter finnes ikke i det abstrakte, og ideer tar først form når de blir uttrykt gjennom samtale eller modeller, og som konstrueres ved bruk av ord eller symboler. Målet med

å snakke om konsepter og ideer er ikke å bruke de eksakte samme ordene, men produsere det samme meningsmønsteret (Lemke, 1990).

For å øve elevene i å uttrykke seg innen samme tematisk mønster, kan repetisjon med variasjon være gode verktøy når man legger opp til dialog i klasserommet. I å repetere med variasjon ligger det å samtale innenfor det samme tematiske mønsteret på ulike måter i løpet av et tidsrom. Gjennom repetisjon med variasjon får elevene mulighet til å sammenligne uttalelsene i kontekst av hverandre og oppnå en høyere meningsskaping (Lemke, 1990).

Samtalene mellom elevene i denne masteroppgaven innebærer en gruppedynamikk hvor det foregår en interaksjon mellom elevene, hvor de deler og forhandler relevant informasjon i arbeidet med oppgavene (Stahl et al., 2014). For å kunne si noe om gruppedynamikken på de ulike gruppene vil CSCL kunne være et nyttig perspektiv. CSCL står for «Computer-Supported Collaborative Learning» og er et rammeverk som ser på gruppedynamikken hvor språket er sentralt i arbeid med teknologi (Ludvigsen & Arnseth, 2017). CSCL kan deles inn i to underbegreper: cooperation og collaboration, hvor hovedforskjellen er hvordan elevene fordeler arbeidet mellom seg (Dillenbourg, 1999). Cooperation har et fokus på det individuelle arbeidet hos elevene og innebærer at elevene drøfter og diskuterer seg imellom for å lage et produkt. Elevene involverer hverandre i liten grad for å oppnå gruppens felles mål, og de ender opp med kompetanse på individuelle områder basert på hvordan de har fordelt oppgavene. Collaborativt arbeid er når elevene arbeider sammen og lager produktet i felleskap hvor de individuelle bidragene ikke kommer til syne, kun felles meninger, prosess og produkt (Dillenbourg, 1999; Fintland & Hamre, 2022).

2.4 Sosiokulturell diskursanalyse

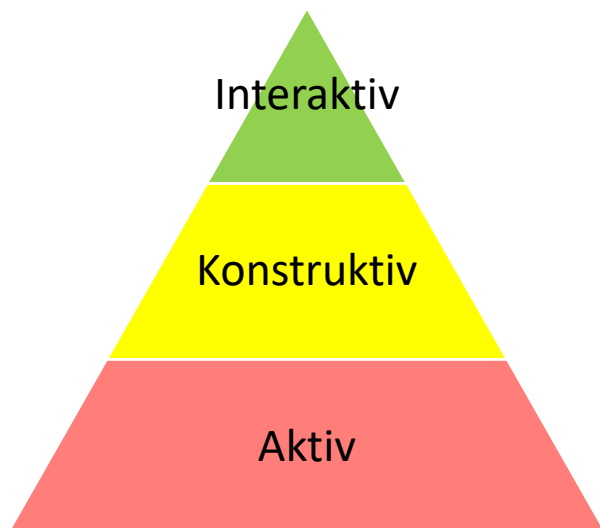
Samarbeid er en viktig del av det å arbeide utforskende, og å utveksle ideer og tanker gjennom kommunikasjon er derfor helt sentralt (Korsager, 2018a; Mercer et al., 2004). Mercer (2004) har et rammeverk for analyse av samtale, som omtales som sosiokulturell diskursanalyse. Rammeverket ser på språkets funksjon i søken etter en felles intellektuell forståelse i en aktivitet. Den sosiokulturelle diskursanalysen identifiserer tre typer samtaler: disputerende, kumulativ og utforskende (Mercer, 2004). Bungum et al. (2018) videreutviklet dette rammeverket i et forsøk på å operasjonalisere det, og det er dette rammeverket jeg velger å for å analysere samtalene mellom elevene når det kommer til forskningsspørsmål 1. I likhet med

Mercer (2004) har Bungum et al. (2018) også kategoriene kumulativ og utforskende samtale, men har videre modifisert kategorien disputerende inn i to nye kategorier: selvstendig uttalelse og bekreftende samtale. De argumenterer at disputerende kan antyde uenighet, og viser til et behov for flere nyanser i kategorien. I Bungum et. al (2018) sin videreutvikling av Mercer (2004) sin sosiokulturelle diskursanalyse identifiseres fire typer samtaler, og hva som legges i de ulike samtaletypene oppsummeres i Tabell 1.

Tabell 1 - Utvidet rammeverk av sosiokulturell diskursanalyse (Bungum et al. (2018))

Uproduktiv		Produktiv	
Selvstendig uttalelse	Bekreftende samtale	Kumulativ samtale	Utforskende samtale
En samtaletype hvor elevene ikke bygger på hverandres utsagn	En samtaletype hvor elevene uttrykker enighet med andres utsagn uten å tilføre noe nytt til samtalen	En samtaletype hvor elevene bygger på hverandres bidrag og konstruerer eller rekonstruerer kunnskap	En samtaletype hvor elevene er aktive deltakere og vurderer og utfordrer hverandres bidrag for å komme frem til felles forståelse

Fra Tabell 1 kan en se at samtaletypene i tillegg deles inn i «uproduktiv» og «produktiv». Bungum et al. (2018) beskriver uproduktive samtaler som de samtalen som havner inn under kategoriene selvstendig uttalelser og bekreftende samtaler. Videre følger det at kategoriene kumulativ samtale og utforskende samtale er produktive samtaler. Det blir presisert ytterligere at med «produktiv» menes det at elevene tar inn over seg medelevers ideer, vurderer dem og bygger konstruktivt på hverandres utsagn og har en kollektiv kunnskapsbygging (Bungum et al., 2018). For å kunne avgjøre om en samtale er selvstendig, bekreftende, kumulativ eller utforskende, inkluderer Bungum et al. (2018) et hierarkisk rammeverk fra Chi (2009). Chi (2009) sitt rammeverk illustreres i Figur 4 nedenfor, og er med på å operasjonalisere rammeverket rundt den utvidede sosiokulturelle diskursanalysen til Bungum et al. (2018).



Figur 4 - Deltakelse i aktivitet (Chi, 2009) gjengitt av Bungum et al. (2018)

Rammeverket til Chi (2009), gjengitt av Bungum et al. (2018), innebærer tre hierarkiske nivåer av deltakelse i aktiviteten hvor «aktiv» er det laveste nivået og innebærer at elevene er med i aktiviteten rent fysisk, men skaper ikke ny kunnskap. Dette tilsvarer en uproduktiv samtale hvor samtalen kategoriseres som selvstendige uttalelser og bekreftende samtale (Bungum et al., 2018). Det konstruktive nivået er et nivå hvor elevene rekonstruerer sin egen kunnskap, tetter hull og utleder ny kunnskap. Når to eller flere elever deltar i samtalen på et konstruktivt nivå kan samtalen kategoriseres som kumulativ (Bungum et al., 2018). På toppen er det interaktive nivået. For å være på dette nivået må elevene ha vært innom de foregående nivåene og minst én av elevene i samtalen må vurdere og utfordre samtalebidrag. En slik type samtale er det som kan kategoriseres som utforskende samtale (Bungum et al., 2018). Utforskende samtaler kan lede til kognitive konflikter, og gir elevene et behov for å skaffe mer kunnskap og forståelse for å kunne argumentere for sine påstander, samt vurdere andres påstander (Driver et al. 1994, gjengitt av Korsager, 2018).

2.5 Programmering

Programmering er en del av det å skape, bruke og forstå teknologi, og kompetanse innenfor teknologi er viktig i et bærekraftperspektiv (NOU 2015:8, 2015; Utdanningsdirektoratet, 2020). I LK20 nevnes programmering som en del av de digitale ferdighetene, og vi finner også programmering i det naturfaglige kjerneelementet *teknologi* (Utdanningsdirektoratet, 2020). Begrepet programmering er stort og nødvendig å definere. En tydelig definisjon av begrepet mangler i læreplanen for naturfag og overordnet del, men hos Senter for IKT i utdanningen

defineres programmering som «prosessen fra å identifisere et problem og tenke ut mulige løsninger på problemet, til å skrive kode som kan forstås av en datamaskin, og å feilsøke og kontinuerlig forbedre denne koden» (Sevik, 2016, s. 9). Det er denne definisjonen som ligger til grunn i denne masteroppgaven. I programmering ligger det også å lære elevene algoritmiske tenkemåter og prosesser (Utdanningsdirektoratet, 2019b).

2.5.1 Den algoritmiske tenkeren

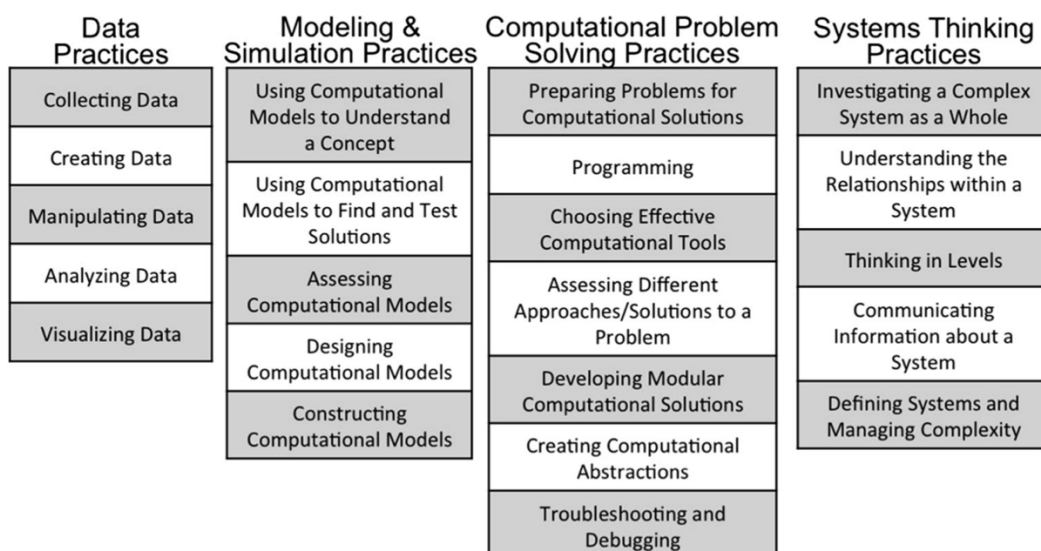
I den norske læreplanen brukes algoritmisk tenkning, men i internasjonale artikler brukes begrepet *computational thinking* (CT) (Lee et al., 2011; Wing, 2006). Udir definerer algoritmisk tenkning som en systematisk metode for å løse problemer og har videre en figur som illustrerer den algoritmiske tenkeren, hvor det skilles mellom nøkkelbegrep og arbeidsmåter (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Den algoritmiske tenkeren er gjengitt i Figur 5 som Udir har lånt og oversatt fra Barefoot Computing (<https://www.barefootcomputing.org/resources/computational-thinking-poster>).



Figur 5 - Den algoritmiske tenkeren (Utdanningsdirektoratet, 2019)

2.5.2 Computational Thinking

CT argumenteres til å være en grunnleggende ferdighet og defineres blant annet som en problemløsende tenkemåte som innebærer abstraksjon, dekomposisjon, tolkning og stegvis resonnering (Wing, 2006). CT har fått større oppmerksomhet siste tiden, noe vi kan se i LK20 hvor algoritmisk tenkning har en plass i både matematikk og naturfag. CT har en vid definisjon og Weintrop et al. (2016) har forsøkt å samle trådene og definere CT i taksonomien som vises i Figur 6.



Figur 6 - Computational Thinking i matematikk og naturfag (Weintrop et al., 2016)

Grunnet masteroppgavens hensikt er det ikke hensiktsmessig å gå i dybden på hele taksonomien til Weintrop et al. (2016). Det som vil være mest sentralt her er de to første «praksisene»: datapraksis og modellerings- og simuleringspraksis.

Datapraksis

Gjennom observasjoner og målinger ved hjelp av programmer samler elevene data, og data kan genereres gjennom programmeringsverktøy. Dette gjelder spesielt i tilfeller hvor naturfaglige fenomener er for store eller små og dermed vanskelige å observere. Å manipulere dataene kan være nødvendig for meningsskaping, og programmering kan være et nyttig verktøy i slike tilfeller. Analysering og visualisering av data ved hjelp av programmering gir nyttig informasjon, og data kan analyseres til å identifisere trender og korrelasjoner. Visualisering av data kan gjøres dynamisk gjennom interaktive visninger som gjør det mulig for den som observerer å interagere med datamaterialet (Weintrop et al., 2016).

Modellerings- og simuleringspraksis

Weintrop et al. (2016) viser blant annet til Klopfer (2003) og Parnafes (2007) når de argumenterer at programmeringsbaserte modeller og simuleringer kan gjøre naturfaglige fenomener mer tilgjengelig og forståelig for elevene. Programmeringsbaserte modeller er dynamiske representasjoner av naturfaglige fenomener som kan simuleres i et dataprogram (Weintrop et al., 2016). Videre viser Weintrop et al. (2016) blant annet til Brady et al. (2015) og Wilkerson-Jerde et al. (2015) når de trekker frem den pedagogiske fordelen programmeringsbaserte modeller har, ved at elevene får mulighet til å designe, skape og vurdere

modeller for seg selv. Verktøyet som ligger i programmeringsbasert modellering kan fungere som en støtte i den utforskende prosessen, og elevene kan bruke de programmeringsbaserte modellene til å teste hypoteser og oppdage løsninger (Weintrop et al., 2016; Windschitl et al., 2008). Å vurdere den programmeringsbaserte modellen handler om å se hvordan den relaterer seg til det faktiske fenomenet som modelleres, og kan trekkes videre til å gjøre vurderinger og ta beslutninger rundt hvordan modellen *burde* være. Ved design av programmeringsbaserte modeller kan elevene ta med seg de tidligere vurderingene og bruke dem som pekepinn på hvordan en endelig modell burde se ut. Dette leder elevene inn på selve modelleringprosessen som kan være å lage en helt ny modell eller gjøre endringer på eksisterende modell (Weintrop et al., 2016).

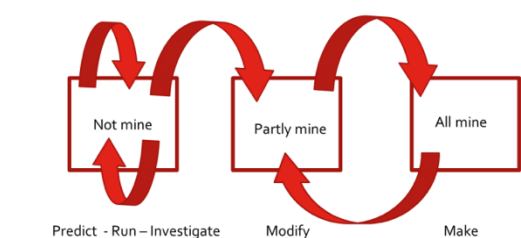
Weintrop et al. (2016) sine praksiser krever at man kan programmere. Denne tekniske ferdigheten trenger å læres, og PRIMM kan være en tilnærming som er tilpasset bruk av programmering slik Weintrop et al. (2016) skisserer.

2.5.3 PRIMM

PRIMM står for Predict, Run, Investigate, Modify og Make og er en undervisningsstruktur som konsentrerer seg rundt samtale av et felles program (Sentance & Waite, 2017, 2021; Sentance et al., 2019). Sosiokulturell læringsteori har vært sentral i utarbeidelsen av PRIMM-rammeverket og Sentance et al. (2019) fremhever tre prinsipper som kan fungere som rettesnor når man skal undervise programmering gjennom PRIMM:

1. Mediering gjennom språk
2. Flytte læring til det kognitive plan gjennom det sosiale plan
3. Betydningen av den «mer kunnskapsrike andre»

Sentance & Waite (2017, 2021) har skrevet flere artikler om PRIMM, og det er et gjennomgående fokus på lærere og hvordan lærere kan legge opp programmeringsundervisningen på en slik måte at man kan differensiere og tilpasse undervisningen til alle elevene uavhengig av nivå (Sentance & Waite, 2021; Sentance et al., 2019). Viktige byggesteiner i PRIMM er evnen til å kunne lese og sjekke koder, se felles trekk og Use-Modify-Create-modellen (Sentance & Waite, 2017; Sentance et al., 2019). Byggesteinene som er sentrale for



Figur 7 – PRIMM (Primmportal, 2018)

denne oppgaven er i hovedsak evnen til å kunne lese og sjekke koder, og selv om de andre

byggesteinene er sentrale i utarbeidelsen av PRIMM, er de ikke sentrale for innholdet i denne masteroppgaven og vil ikke bli presentert ytterligere. Hver av fasene i PRIMM blir videre utdypet, og rammeverket er oppsummert i Figur 7.

Predict

Elevene skal forsøke å forutsi hva en eller flere koder i et program får programmet til å gjøre (Sentance & Waite, 2017, 2021; Sentance et al., 2019). Elevene får en kode som tilhører et program, og skal i første omgang forsøke å forutsi hva programmet kommer til å gjøre ut ifra koden de får. Sentance et al. (2019) viser til Denny, Luxton-Reilly & Simon (2008) og Qian & Lehman (2017) når de skriver at det er vanskeligere for elevene å skrive koder fremfor å lese og følge koder, og Predict-fasen er derfor en viktig del av programmeringsundervisning og gir elevene mulighet til å øve på å lese kode, som er helt essensielt å kunne før man kan skrive kode (Sentance et al., 2019).

Run

Eleven skal kjøre programmet og se om prediksjonene stemte med det programmet gjør (Sentance & Waite, 2017, 2021; Sentance et al., 2019).

Investigate

Elevene skal undersøke hvordan koder er bygget opp, forklare koder skriftlig eller muntlig, feilsøke og kommentere, fikle med parametere og undersøke hva koden gjør sammen med Run-fasen (Sentance & Waite, 2017, 2021; Sentance et al., 2019). Sentance et al. (2019) poengterer at denne fasen krever gode spørsmål og at slike gode spørsmål krever at læreren har god programmeringsforståelse og kunnskap om elevers misforståelser.

Modify

Elevene skal gjøre endringer og bygge på det eksisterende programmet (Sentance & Waite, 2017, 2021; Sentance et al., 2019).

Make

Elevene skal utarbeide et eget program ved å endre det gjeldene programmet i så stor grad at de får et eget eierskap til det, eller bruke koder fra programmet og lage et helt nytt program (Sentance & Waite, 2017, 2021; Sentance et al., 2019).

3.0 Tidligere studier

Det er begrenset med empiri i feltet som ser på programmeringsbasert modellering og utforskende arbeid samtidig. Likevel er det noe forskning på felt som ser på modellering, datasimulering og læring. For å finne relevant forskning har jeg benyttet meg av en kombinasjon av snøball metoden og litteratursøk i databaser som ERIC, Oria og Google Scholar (Nardi, 2018). I snøballmetoden har jeg tatt utgangspunkt i artikler fra temaer som er aktuelle for denne masteroppgaven, og som har vært mye sitert, og sett etter studier som har referert til aktuell artikkel. Til litteratursøk har søkeordene i databasene har vært «model based programming inquiry», «computer simulations science inquiry» og «computer simulations programming science education». Hovedfunnene fra de artiklene som viser seg relevant for masteroppgaven blir presentert under.

Av relevant forskning rundt modellering dukket det i hovedsak opp studier som tok for seg eldre elevgrupper enn ungdomsskoleelever. Dette kan indikere et kunnskapshull i forskningen, og styrker behovet for denne studien. Selv om studiene i stor grad dreier seg om eldre elevgrupper, ser vi likevel tendenser som kan synes å være relevant for denne studien.

I en empirisk studie fra 2014, har Ogan-Bekiroğlu og Arslan (2014) undersøkt effekten modellbasert utforsking har på vitenskapelige prosessferdigheter og konseptuell forståelse. Informantene i studien er lærerstudenter innen fysikkfaget. Funnene fra studien viser at modellbasert utforsking styrker deltakernes vitenskapelige prosessferdigheter, og at den konseptuelle forståelsen ikke nødvendigvis forbedres dersom elevene har kompetanse innenfor temaet som utforskes (Ogan-Bekiroğlu & Arslan, 2014).

Videre er det en annen studie gjennomført med videregående elever, hvor studien tar sikte på å vurdere naturvitenskapelige ferdigheter etter undervisning basert på MBI, sammen med bruk av teknologi for å styrke elevenes forståelse og nytte av fysikkmodeller og naturvitenskapelige ferdigheter (Wang et al., 2015). Wang et al. (2015) så på forskjellen mellom tradisjonell fysikkundervisning og undervisning basert på MBI hvor tre virtuelle fysikkmodeller var modellene elevene skulle jobbe med. Gjennom pre- og posttest fant de at undervisning gjennom MBI med virtuelle fysikkmodeller ga elevene mulighet til å øve mer på prosessferdigheter og økt forståelse for utforsking. Det var en mer effektiv utvikling av naturvitenskapelige

ferdigheter sammenlignet med tradisjonell undervisning, og da spesielt når det gjaldt prosessferdigheter, evne til forståelse, holdning til læring, kommunikasjonsferdigheter og evner til refleksjon. Det var signifikante forbedringer hos elevene da det gjaldt dataanalyse, konstruksjon av modell og logisk slutning. Funnene deres demonstrerer nytten av å bruke teknologi i undervisning (Wang et al., 2015).

Videre vil jeg trekke frem noen studier som ser mer på datasimulering, blant annet studiene til Rutten et al. (2012) og Smetana & Bell (2012). Rutten et al. (2012) gjennomførte en metastudie av 54 studier som hadde sett på datasimulering i undervisning. Metastudien siktet på å undersøke hvilken effekt datasimulering i undervisning hadde på elevenes læring. Det samme gjelder den kritiske gjennomgangen av forskning som Smetana & Bell (2012) gjennomførte. Funnene fra begge studiene peker på at datasimulering i undervisning hadde en positiv effekt på elevenes læring og forbedring av forståelse for naturvitenskapelige konsepter. I tillegg var datasimuleringer spesielt effektiv når læreren ga veiledning og støtte til elevene underveis, og når datasimulering ble inkludert i tradisjonell undervisning (Rutten et al., 2012; Smetana & Bell, 2012)

Avslutningsvis vil jeg trekke frem studien til Chang et al. (2020) som har undersøkt hvordan elevene lærer når de driver enkel utforskning med datasimulering som verktøy. I denne studien så de på elever på 7.trinn. Funnene sier at elever som brukte datasimulering som verktøy i enkel utforskning presterte bedre i naturfag, sammenlignet med elever som fikk tradisjonell undervisning. Videre understreker de at for at datasimulering skal være et effektivt verktøy for støtte i elevenes læring, må datasimulering inkluderes som en helhet i undervisningen (Chang et al., 2020)

4.0 Metode

4.1 Forskningsdesign

Studien er en kvalitativ studie, og sikter på å beskrive og kartlegge en opplærings situasjon, noe som er helt sentralt innen utdanningsforskning (Blikstad-Balas & Dalland, 2021). Forskningsdesignet for denne oppgaven er en casestudie på en ungdomsskole i Norge. Casestudie er et samlebegrep og det må spesifiseres at casestudiet i denne masteroppgaven kan klassifiseres som en enkelcasestudie. Målet med en enkelcasestudie er å presentere en dypere forståelse av den enkelte case i gitt kontekst (Postholm & Jacobsen, 2018). I denne casestudien

er konteksten elever på 8.trinn som arbeider i par. Alle par er ulike, og dermed vil de også ha ulike kontekst.

4.2 Styrker og svakheter

Cohen et al. (2017) viser til Nisbet & Watt (1984) når de oppsummerer styrker og svakheter ved casestudier. Styrkene og svakhetene oppsummeres i Tabell 2:

Tabell 2 - Styrker og svakheter ved casestudie (Nisbeth & Watt (1984), gjengitt av Cohen et al. (2017), oversatt av meg)

Styrker	Svakheter
Enkelt å lese resultater	Vanskelig å bruke resultatet til å generalisere
Fanger opp unike data	Kan være selektive, partiske, personlige og subjektive
Umiddelbart forståelige	Utsatt for observatørens partiske synspunkt
Er veldig reelle	
Gir en unik innsikt som kan relateres til lignende tilfeller	
Kan gjennomføres av en enkelt forsker fremfor et team	
Kan innlemme uforutsette hendelser og ukontrollerte variabler	

4.3 Utvalg og undervisningsopplegg

Utvalget er basert på kontaktskole jeg fikk tildelt gjennom TRELIS-prosjektet. Undervisningen som er gjenstand for datainnsamlingen ble gjennomført i to 8ende klasser, A og B, og består av to undervisningsøkter per klasse. Elevene arbeidet sammen to og to. Det er ikke nødvendigvis gunstig at det var en annen elev, og ikke læreren, som var «den mer kunnskapsrike andre». Likevel, grunnet oppgavens format og egen kapasitet, dreier denne oppgaven seg i hovedsak om elevene, og ikke læreren. Det er kun datamaterialet fra klasse A som blir analysert, presentert og diskutert i denne masteroppgaven ettersom jeg ikke hadde kapasitet til å analysere alle elevparene, og jeg så det som hensiktsmessig å analysere elevpar fra samme klasse ettersom de fikk den nøyaktig samme undervisning og kontekst i klasserommet. Læreren var til stede

mens jeg gjennomførte undervisningsopplegget, og elever som hadde gitt samtykke ble satt i par og fikk diktafoner på pulten sin.

Undervisningsopplegget handlet om månefaser og er beskrevet i Vedlegg 1. Fra kompetansemål etter 7.trinn heter det at «elevene skal kunne beskrive og visualisere hvordan døgn, månefaser og årstider oppstår, og samtale om hvordan dette påvirker livet på jorda» (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 8). Å velge månefaser som det naturfaglige fenomenet som var gjenstand for utforskning, var dermed naturlig, ettersom dette var noe elevene hadde kjennskap til fra før av. Undervisningen ble strukturert etter PRIMM og elevene fikk først noen koder de skulle lese og forsøke å predikere hva de ville se i programmet. Dette var i Predict-fasen. I Run-fasen kjørte de programmet og fikk testet ut prediksjonene sine. Videre fikk de fikle en del i denne fasen ved å endre på parametere i koden og så hva som skjedde med programmet. I masteroppgavens teoridel ble Investigate-fasen beskrevet som en fase hvor de undersøker kodene, og at det krever en lærer med god programmeringsforståelse som kan stille gode spørsmål. Selv erfarer jeg meg ikke til å være en slik lærer som på dette tidspunktet klarer å lage slike gode spørsmål rundt programmering, og har derfor heller latt meg inspirere av denne fasen. I denne masteroppgaven, hvor utforskende arbeid har en større rolle, har jeg tilpasset denne fasen deretter. Isteden for å undersøke koden til programmet, har denne fasen gått til å bruke programmet til å svare på naturfaglige spørsmål rundt månefaser.

I Modify-fasen er det også gjort noen tilpasninger, ettersom elevene i denne studien ikke hadde programmert noe særlig tidligere. I motsetning til hvordan Modify-fasen er intendert til å være en forløper til Make-fasen, har denne fasen heller handlet om å gjøre enkle og små endringer ettersom dette er første gang PRIMM-basert undervisning blir gjennomført i denne klassen og fordi de ikke hadde programmert noe særlig før. Før modifisering av program gikk vi gjennom hva som kunne forbedres ved simuleringen. Elevene ble også bedt om å lage kommentarbokser med pseudokoder; det vil si å skrive kodene slik at de er forståelig for en leser, men ikke nødvendigvis for programmet, og kan sees på som en «modify light» hvor jeg får innsikt i hva elever intenderte å modifisere, men enda ikke hadde kompetanse eller ferdigheter til å modifisere. Videre er ikke Make-fasen gjeldene i denne studien. Ved gjennomførelsen av den PRIMM-baserte undervisningen strakk ikke tiden til. Dessuten trengte elevene flere økter på å øve på å lese, følge og skrive koder før de kunne forventes å modifisere programmet i stor nok grad til at de skulle få eierskap til programmet. Likevel vil det videre i masteroppgaven refereres

til PRIMM som rammeverk og ikke PRIM, selv om Make-fasen ikke ble påbegynt eller gjennomført i denne masteroppgaven.

4.4 Datainnsamling

I denne masteroppgaven arbeider elevene med programmeringsbasert modellering, og datamaterialet er elevenes samtaler og elevenes arbeid i Scratch. Datainnsamlingen innebar lydopptak av samtale på gruppene og innsamling av elevenes program på Scratch ved undervisningens slutt. Kombinasjon av flere datainnsamlingsmetoder og datakilder som dette kalles triangulering, og er med på å sikre kvaliteten av en studie (Postholm & Jacobsen, 2018). Lydopptak er en type datamateriale som representerer faktiske «kopier» av det som blir sagt i klasserommet og er data som kan gi en verdifull innsikt i fenomenet og casen som skal undersøkes (Yin, 2016). Et mulig utfall før selve datainnsamlingen var at det ville komme inn for få samtykker, og det ble derfor besluttet å gjennomføre datainnsamling i to klasser. På denne måten var det også større sannsynlighet for brukbart datamateriale. Datamaterialet som er transkribert er fire timer, fordelt på to par elever i klasse A. Jeg har valgt å kalle parene for Gruppe 1 og Gruppe 2. Elevene i Gruppe 1 har jeg gitt navnene Aurora og Bente, og elevene i Gruppe 2 har fått navnene Carl og Didrik. Dette er ikke deres egentlige navn.

Da jeg gjorde klar diktafonene tok jeg meg god tid hos hvert par. Jeg forklarte at de kunne si ifra når som helst om de skulle bli ukomfortable og at jeg kunne skru av diktafonen om de ønsket det. Ettersom datainnsamlingen bredte seg ut over to ulike økter i løpet av dagen i hver klasse, følte jeg det var viktig å understreke til elevene i økt to at det fortsatt var lov til å ombestemme seg. Totalt var det seks par elever som deltok i datainnsamlingen, og datamaterialet består av omtrent 12 timer med lydopptak. Det finnes med andre ord mye og rik data fra denne casestudien. Avslutningsvis under økt to ba jeg de elevene som hadde samtykket, om å laste ned programmet fra Scratch til egen pc og sende til meg via læreren sin. Datamaterialet ble senere samme dag overført til to ulike krypterte minnepinner som blir oppbevart på to ulike steder. Lydfilene på diktafonene ble slettet før de ble returnert til OsloMet. Elevarbeidene fra Scratch ble sendt til meg fra læreren og inneholder ikke personidentifiserbare data.

4.5 Analyserammeverk

Før analyse har jeg transkribert lydopptakene fra klasse A i programmet *f4transcript 8.2.0*, hvor Aurora ble forkortet til A, Bente til B, Carl til C, Didrik til D, meg selv til L og læreren deres til L2. Jeg hørte gjennom hele lydopptakene og transkriberte alt som ble sagt mellom elevene. Noen ganger er det bråkete eller de snakker utydelig, og der hvor det er tilfellet har jeg skrevet det jeg tror blir sagt og skrevet «utydelig» i parentes. Videre har jeg valgt å ikke transkribere det jeg sier når jeg snakker til hele klassen. I noen tilfeller hvor det er Aurora, Bente, Carl eller Didrik som svarer på spørsmålet mitt til klassen, har jeg valgt å transkribere i tilfellet det skulle vise seg relevant. Det samme gjelder når jeg går innom elevparene og stiller dem spørsmål eller hører hvordan det går. På steder i lydopptakene hvor elevene snakker i munnen på hverandre har jeg forsøkt å skrive ut elevenes utsagn hver for seg, så godt som det lot seg gjøre. Det er også tilfeller hvor elevene avbryter hverandre. Da blir et utsagn «delt i to». Her kan det diskuteres om det jeg har talt som to utsagn egentlig er ett utsagn. Her har jeg tatt et bevisst valg om å telle slike tilfeller som to utsagn ettersom avbrytelsen kan ha påvirket utsagnet.

For å analysere samtalene har jeg brukt en teoridrevet analyse ved bruk av rammeverket til Bungum et al. (2018) til Forskningsspørsmål 1, og Knain & Kolstø (2011) sine dimensjoner for utforskende arbeid til Forskningsspørsmål 2. Rammeverkene er presentert i teoridelen, og videre vil jeg først presentere hvordan jeg har benyttet rammeverket til Bungum et al. (2018) og deretter hvordan jeg har benyttet Knain & Kolstø (2011) sine dimensjoner for utforskende arbeid.

4.5.1 Sosiokulturell diskursanalyse

Rammeverket til Bungum et al. (2018) er et verktøy for å kunne analysere, tolke og si noe om hvilken type samtale som oppstår mellom elevene. Analyseenheter i Forskningsspørsmål 1 er elevenes utsagn. Det vil si at jeg har sett på ett og ett utsagn og kategorisert hvert enkelt utsagn til én av de fire samtaletypene til Bungum et al. (2018). Et utsagn er definert til å være det en elev sier før en annen elev avbryter eller eleven stopper opp av seg selv. Det var også en mulighet å se på større utdrag fra samtalene og kategorisere flere utsagn samtidig, men ved å se på ett enkelt utsagn om gangen har det vært mulig å få et kvantitativt innblikk til de fire samtaletypene ved å se på frekvensen av forekomsten. Selv om analyseenheter er hvert enkelt utsagn, har hvert enkelt utsagn blitt kategorisert ut ifra konteksten i samtalen, altså hva som har blitt sagt tidligere. Det kan diskuteres om det er hensiktsmessig å kategorisere ett enkelt utsagn

til eksempelvis kumulativ *samtale*, ettersom samtale indikerer mer enn ett utsagn. Likevel har det hatt en verdi å analysere ett og ett utsagn, for deretter å se utsagnene i lys av hverandre og få et helhetlig inntrykk av sammensetningen av samtaletypene. De hierarkiske nivåene til Chi (2009), gjengitt av Bungum et al. (2018), i Figur 4 har blitt brukt i stor grad i analyse og kategorisering av elevsamtalene til Forskningsspørsmål 1. Det er kun utsagn som er på det interaktive nivået som har blitt kategorisert som utforskende samtale.

I Tabell 3 oppsummeres de fire samtaletypene enda en gang, og i kolonnen til høyre vises eksempler fra datamaterialet som er blitt kategorisert i de ulike samtaletypene. Eksempelene fra datamaterialet i Tabell 3 er fra ulike samtaler, men i et forsøk på å inkludere kontekst for leseren har jeg innenfor hver samtaletype tatt eksemplene fra samme samtale. Hver stor bokstav (A, B, C og D) indikerer starten på et utsagn. Samtaletypene er fargekodet, hvor selvstendig uttalelse er rød, bekreftende samtale er oransje, kumulativ samtale er gul og utforskende samtale er grønn. Fargekodene er brukt i analyse av datamaterialet, og i resultatdelen til Forskningsspørsmål 1 kan en se utdrag fra datamaterialet og illustrerer hvordan fargekodene er brukt.

Tabell 3 - Rammeverk for analyse av samtale (Bungum et al., 2018)

	Forklaring	Eksempel fra datamaterialet
Selvstendig uttalelse	En samtaletype hvor elevene ikke bygger på hverandres utsagn	B: du kan ta sånn voice over A: hæ? B: mye mer, liksom, bare at B: ja du kan ta sånn her: måne si. Ikke sant. F.eks. da at når «a» trykkes ikke sant, måne sier svar. Og så svar er lik.
Bekreftende samtale	En samtaletype hvor elevene uttrykker enighet med andres utsagn uten å tilføre noe nytt til samtalen	A: ja B: ikke sant? A: ja
Kumulativ samtale	En samtaletype hvor elevene bygger på hverandres bidrag og konstruerer eller rekonstruere kunnskap	C: jeg tar den til 180 jeg. Hvordan er det du får det til?

		D: trykk på flagget. Det er det som starter. Se her. When flagget klikkes, da starter liksom koden. C: hva. Hva skjer hvis vi har den på null? D: da går den rett opp
Utforskende samtale	En samtaletype hvor elevene er aktive deltakere og vurderer og utfordrer hverandres bidrag for å komme frem til felles forståelse	B: nei? A: jo? B: nei se her da! Her ser du den lyse siden ikke sant? Og når den går der så ser du den mørke siden. Så det er ikke samme. A: Nei du gjør ikke det. Jo! B: Nei! B: Ja, men hvis du kaller det halvmåne 1 og halvmåne 2, når den er her så ser du halvmåne 1 og hvis den er der så er det halvmåne 2. Det er to ulike halvdeler av månen.

4.5.2 Dimensjoner i utforskende arbeid

Til Forsknings spørsmål 2 ser jeg over datamaterialet med en linse som samsvarer med det Knain & Kolstø (2011) legger i det å arbeide utforskende, som er oppsummert i Tabell 4. Analysen av datamaterialet i denne omgangen er ikke i form av en detaljert analyse slik som var tilfellet ved Forsknings spørsmål 1. For å svare på Forsknings spørsmål 2 er det heller mer hensiktsmessig å se på datamaterialet med et overordnet blikk. Analyseenheten kan her sies å være samtalesekvenser, fremfor enkeltutsagn som var tilfellet i Forsknings spørsmål 1.

Knain & Kolstø (2011) deler utforskende arbeid inn i to dimensjoner, den individuelle dimensjonen og den kollektive dimensjonen, dette ble forklart i avsnitt 2.1.3. Hvilke elementer som inkluderes i de to ulike dimensjonene er oppsummert i Tabell 4 nedenfor, og eksempler fra datamaterialet er inkludert i tabellen. Eksemplene skal være illustrerende, og grunnet plassmangel i tabell viser eksemplene kun utsagn fra samtalesekvenser, og er ikke hentet fra de samme samtalesekvensene.

Tabell 4 - Dimensjoner innen utforskende arbeid (Knain & Kolstø, 2011)

Utforskende arbeid			
Individuell dimensjon	Eksempel fra datamaterialet	Kollektiv dimensjon	Eksempel fra datamaterialet
Systematisk observasjon	C: Månen blir borte D: Den bytter vertfall mellom drakter	Formidling	D: Den får den til å rotere? B: Forklar hvordan månen går rundt seg selv
Eksperimentelle ferdigheter	D: For liksom når jeg bytta den til minus 150, da snudde hele greia seg	Diskusjon	A: Jo, men? Jammen. Månen. Jeg tror ikke månen. Månen beveger seg rundt jorda. Men kommer ikke månefasene fordi jorda. Jaja. Men at jorda skygger for?
Konkludering	B: Da gjør den ikke det	Argumentasjon	C: Jo den roterer, fordi hvis du følger med når den er helt lys, så ser du krateret her. Så ser du her. Du ser det ikke her. Du ser det ikke her. Du ser det ikke her. Du ser det, nå. Så den roterer.

Den individuelle dimensjonen inneholder systematisk observasjon, eksperimentelle ferdigheter og konkludering (Knain & Kolstø, 2011). Systematisk observasjon har jeg tolket som der hvor elevene bruker simuleringen til å forklare hva de ser, og eventuelt hva de ikke ser. Eksperimentelle ferdigheter har jeg tolket til å være hendelser der elevene endrer på parameterne i kodene, eller der hvor de sier noe som kan kobles til hypotesetesting. Den kollektive dimensjonen inneholder formidling, diskusjon og argumentasjon (Knain & Kolstø, 2011). I et forsøk på å svare på Forskningsspørsmål 2, vil jeg bruke Knain & Kolstø (2011) sine to dimensjoner, for å se om det elevene snakker om kan plasseres innenfor utforskende arbeid.

4.6 Analysemetode

For å få en systematisk oversikt over meningsinnholdet i transkriberingene til Forskningsspørsmål 1, har jeg benyttet en metode inspirert av innholdsanalyse. Innholdsanalyse brukes mye i kvalitativ forskning og fokuserer på innholdet i analyseenhetene og er en analysemetode hvor man kan trekke slutninger fra transkriberingene i den gjeldende konteksten (Bakken & Andersson-Bakken, 2021; Hsieh & Shannon, 2005). Det finnes ulike tilnærminger for innholdsanalyse, og jeg har tatt inspirasjon til deduktiv tilnærming hvor jeg har kodet transkriberingene inn i de fire samtaletypene til Bungum et al. (2018). I forkant av koding, analyse og tolkning av samtale, har jeg hatt flere runder med gjennomlesning av transkriberingene og blitt godt kjent med materialet og innholdet. Jeg har brukt Tabell 1 og Figur 4 kontinuerlig gjennom kodingen og fargelagt utsagnene i rød, oransje, gul eller grønn, ut fra hvilken samtaletype utsagnet tilhører. Det er ikke uvanlig å dele større deler at analyseenhetene i mindre deler, slik jeg har gjort med transkriberingene her. Ulempen er at innholdselementene strekker seg over flere ulike typer utsagn (Bakken & Andersson-Bakken, 2021).

Bakken & Andersson-Bakken (2018) viser til Neuenford (2011) i det som omtales som kontrollkoding. For å gjøre analysen systematisk og mer reliabel har jeg foretatt en intern kontrollkoding. Det har vært utsagn i hver transkripsjon som har vært utfordrende å plassere i én samtaletype, og det har vært tider hvor jeg har vært splittet mellom to ulike samtaletyper. Derfor har en kontrollkoding vært nyttig ved at jeg i det minste har blitt enig med meg selv om hvilken kode de ulike utsagnene passer inn i og erfarte meg selv som konsekvent i mine kategoriseringer av utsagn. Jeg tok for meg Gruppe 1 først og Gruppe 2 sist. I første runde kodet jeg utsagnene til å være selvstendig, bekreftende, kumulativ eller utforskende. Ved utsagn hvor jeg har vært splittet mellom flere samtaletyper, noterte jeg med tilhørende farge. Etter første analyse gjentok jeg prosessen, uten å se på tidligere analyse. Etter dette punktet hadde jeg da to selvstendige analyser av hver av de fire transkriberte timene. Tredje analyse er hvor kontrollkodingen foregikk. Da satte jeg første og andre analyse side om side og analyserte en tredje gang basert på de to foregående analysene. Av de utsagnene jeg var splittet mellom to samtaletyper var det i størst grad en splittelse mellom kumulativ samtale og utforskende samtale i Gruppe 1. Begge disse samtaletypene er de som må være til stede for å kunne si om samtalen er produktiv, og jeg landet derfor på at det ikke ville være utslagsgivende for helheten av analysen og resultatene om ett enkelt utsagn i en del av en samtale ikke er kategorisert helt

riktig, ettersom det er samtalen i sin helhet som skal tolkes og diskuteres, ikke hvert enkelt utsagn.

Etter å ha landet på en tredje og endelig koding av datamaterialet, plottet jeg inn samtaletypene som koder i programmet *HyperResearch 4.5.4* og kodet transkriberingene digitalt. *HyperResearch 4.5.4* har vært et nyttig verktøy ved å kvantifisere kvalitativt datamateriale, og har gitt nyttige diagrammer til analyse og tolkning. Etter at alle transkriberingene var kodet inn i de ulike samtaletypene, satte jeg på fire inndelinger til som delte transkriberingene inn i Predict, Run, Investigate og Make. På denne måten fikk jeg sortert ut hvor i undervisningsøkten elevene befinner seg i, i løpet av datamaterialet. Dessuten fikk jeg også ut diagrammer og talldata som viste hvilke samtaletyper som var mest og minst fremtredende i hver av fasene det PRIMM-baserte undervisningsopplegget.

4.7 Gyldighet og pålitelighet

Studiens indre og begrepsmessige gyldighet går på om datainnsamlingen har målt det jeg tror den måler (Postholm & Jacobsen, 2018). Det kan diskuteres om denne gyldigheten hadde vært styrket om jeg hadde brukt video i tillegg til lydopptak og elevarbeid. Valget om å kun bruke lydopptak begrunnes med at det er lettere å få samtykke fra elever og foreldre til lydopptak enn til video, og at jeg ønsket å analysere samtaler. I tillegg innebærer video både lyd og bilde, og det ville blitt for omfattende å analysere og tolke alene. Videre fra denne studien kan en ikke si noe om den ytre gyldigheten, eller overførbarheten, ettersom funnene i liten grad kan overføres til andre kontekster enn de kontekstene som er undersøkt (Postholm & Jacobsen, 2018).

Pålitelighet blir av Kvale & Brinkmann (2015) understreket som et uhensiktsmessig begrep i forbindelse med kvalitative studier, i den forstand at resultatene ikke nødvendigvis kan reproduseres senere av andre forskere. Dette er fordi konteksten umulig vil være den samme ettersom konteksten består av mennesker i utvikling (Postholm & Jacobsen, 2018). Postholm & Jacobsen (2018) trekker heller frem to punkter som påvirker påliteligheten i en kvalitativ studie:

1. Forskeren må være bevisst over sin egen påvirkning: Her har jeg forsøkt å ikke påvirke datamaterialet ved å i minst mulig grad styre elevene i noen retninger underveis i samtalene og arbeidet.

2. Forskeren synliggjør forskningsprosessen slik at det blir mulig for andre å reflektere over den: Metodedelen er beskrivende for hvordan min forskningsprosess har vært

4.8 Etiske vurderinger

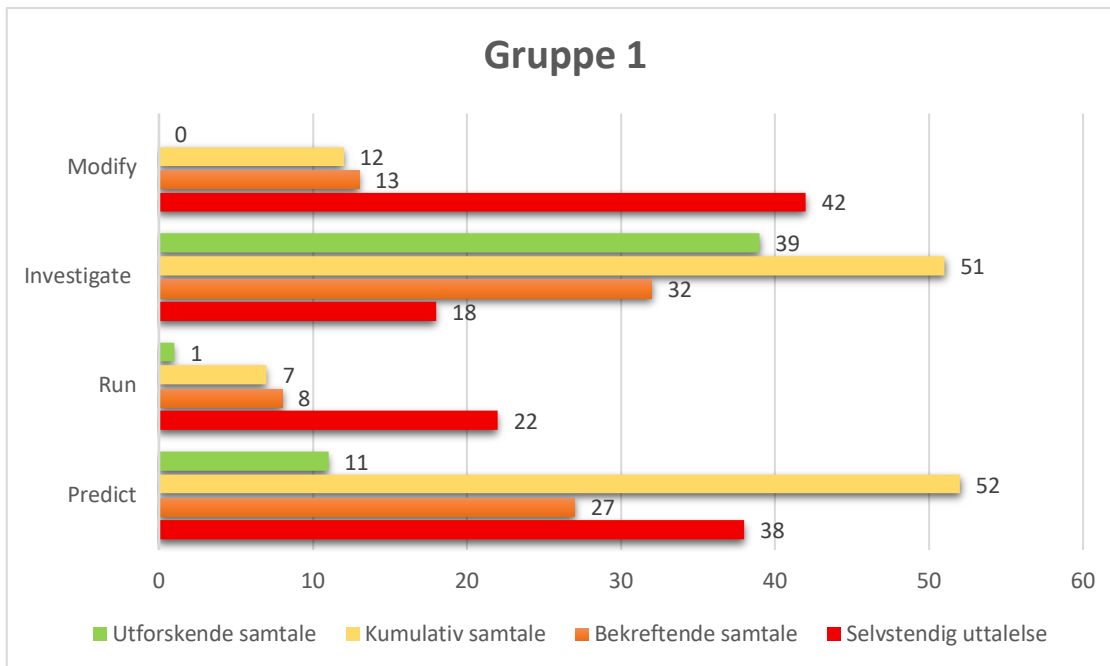
Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med forskningsprosjektet TRELIS, som er et prosjekt godkjent av NSD. Min studie går under deres søknad, ved prosjektnummer 772941, og jeg har derfor kunnet samle inn og behandle personopplysninger med den godkjente NSD-søknaden til grunn. Jeg har fulgt retningslinjene for personvern og anonymisert datamaterialet.

5.0 Resultat

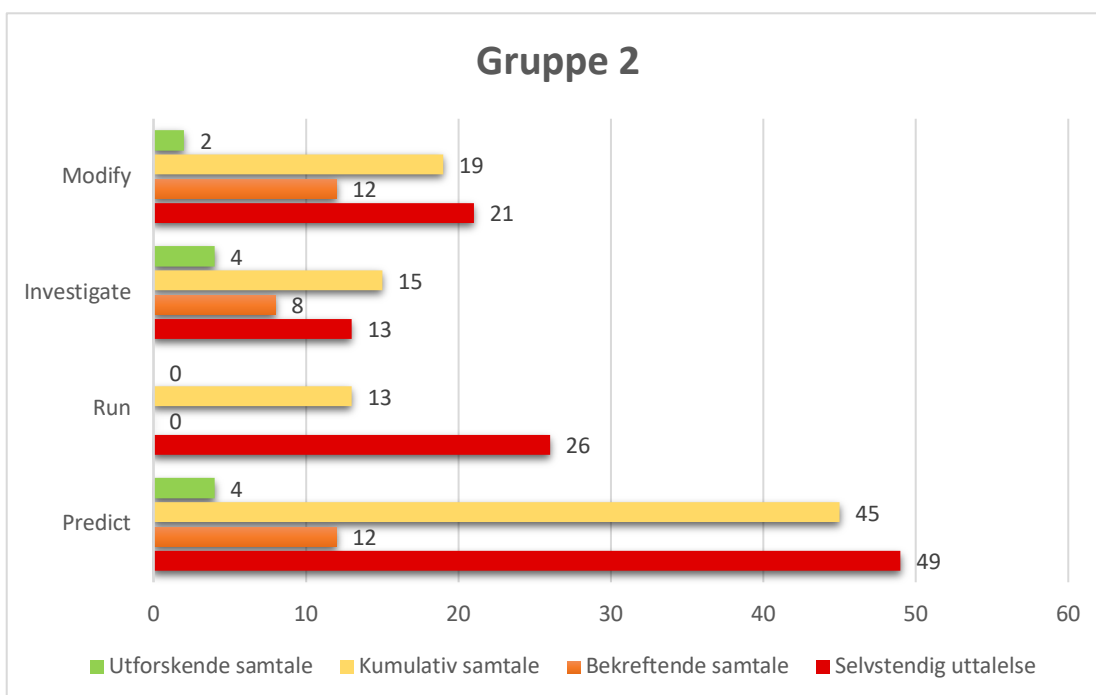
I denne delen av oppgaven vil resultatene fra analyse og tolkning bli presentert og kommentert. Forskningsspørsmålene er underoverskrifter i dette delkapittelet, hvor Forskningsspørsmål 1 viser hvilke samtale typer som forekommer og Forskningsspørsmål 2 viser hva de snakker om.

5.1 Hvilke former for samtale oppstår mellom elevene ved gjennomførelse av PRIMM-basert undervisning?

For å belyse hvilke samtale typer som oppstår mellom elevene i undervisningen, er diagrammene generert fra *HyperResearch 4.5.4* sentrale i tolkningsprosessen. Det er ingen samtaler som består bare av én samtale type, og resultatene som presenteres her er hvordan jeg har valgt å tolke analysen sammen med diagrammene. De første diagrammene er illustrert under, i Figur 8 og 9. Figur 8 og 9 viser frekvensen av de ulike samtale typene, i de ulike stadiene i PRIMM og i de to ulike gruppene. Det kommer frem av diagrammene noen tydelige forskjeller mellom Gruppe 1 og Gruppe 2, som eksempelvis frekvens av samtale typer i de ulike fasene og antall utsagn i de ulike fasene. Videre vil disse forskjellene avdekkes i hver av fasene i den PRIMM-baserte undervisningen, og samtidig vil det presenteres noen likheter. For å få et mest mulig riktig bilde av hvordan samtalene i de to gruppene er, har det vært nødvendig å se på diagrammene i lys av hele transkriberingene og konteksten til hva som har blitt sagt før, ikke kun frekvensen av utsagnene som fremkommer i diagrammene. Derfor er representative utdrag for samtalene inkludert i denne resultatdelen.

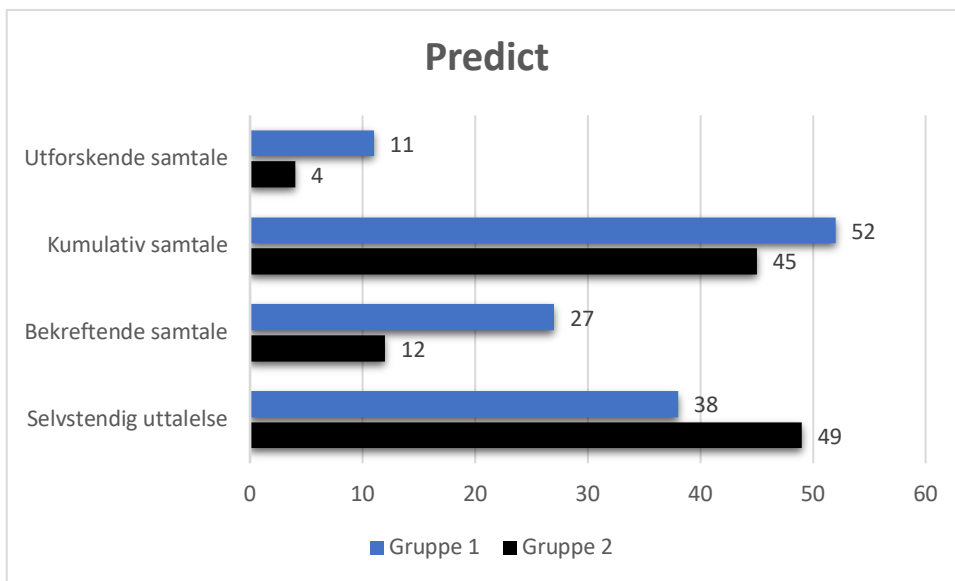


Figur 8 - Frekvens av utsagn med samtaletypene i undervisningsfasene i Gruppe 1



Figur 9 - Frekvens av utsagn med samtaletypene i undervisningsfasene i Gruppe 2

5.1.1 Predict



Figur 10 - Samtale typer i Predict-fasen i Gruppe 1 og 2

Figur 10 viser frekvensen av de ulike samtaletypene hos begge gruppene i den første fasen, Predict. I denne fasen var hovedelementet at elevene skulle forutsi hva ulike deler av koden fikk programmet til å gjøre. Fasen bærer preg av mye selvstendige uttalelser og kumulativ samtale hos begge gruppene.

Gruppe 1 - Predict

A: vi skal finne ut hvorfor vi har månefaser da.

B: hehe vet ikke. Vi må. Vi må bare høre litt

B: Men se. Om det er månen som går rundt ikke sant.

A: Mhm?

B: Betyr ikke det at månen må gå rundt seg selv?

A: Jo men? Jammen. Månen. Jeg tror ikke månen. Månen beveger seg rundt jorda. Men kommer ikke månefasene fordi jorda. Jaja. Men at jorda skygger for.

B: Nei jammen jorda går jo rundt seg selv, ikke sant?

A: Ja

B: Ja ikke sant. Så det er *den* som går rundt.

A: ja men og så går. Og så går. Rundt sånn, ikke sant?

B: Ja

A: Men. Kommer ikke

B: Den står i litt vinkling hver gang

A: Men. Men kommer det ikke av at jorda dekker for sola? Sånn at det blir en skygge som dekker foran?

Utdraget over viser en del av en samtale mellom Aurora og Bente når de befinner seg i Predict-fasen av undervisningen. Aurora og Bente henger seg opp i spørsmålet om hvorfor vi har månefaser og utdraget er et godt eksempel på hvordan samtalen mellom Aurora og Bente flyter generelt i Predict-fasen. Selv om samtaleutdraget ikke viser at de leser kode og predikerer, gjør de det også. Selvstendige uttalelsene er det en god del av, og de aller fleste av dem er med på å starte samtaler, eller så er det uttalelser som ikke bygger på noe annet og som tidvis kan tolkes som høylytt tenkning. Utsagn som er kategorisert som bekreftende samtale er det også mange av i denne fasen, slik det kommer frem av Figur 10. Det kan tolkes som at elevene lytter til hverandres bidrag. Videre ut ifra Figur 10 er det tydelig at det er kumulativ samtale som er den samtaletypen som forekommer hyppigst i Gruppe 1 sin samtale i Predict-fasen. I utdraget i over kan en se eksempel på hvordan Aurora og Bente bygger kunnskap sammen, selv om de ikke alltid er enige. Aurora og Bente har også 11 utsagn som er utforskende i denne fasen, og fire av dem forekommer i utdraget over. Hvor Aurora sier «Men. Kommer ikke-» vurderer hun det Bente sier og starter med å utfordre det Bente sier, før hun blir avbrutt. Når hun igjen får ordet, sier hun det samme igjen, men får denne gangen fullført utfordringen mot Bente. Begge utsagnene er utforskende, og det siste utsagnet har en mer fullstendig utfordring enn det første. Det er med andre ord forskjell på utsagnene, og de blir derfor talt som to utsagn isteden for ett.

Utdraget er representativt for hvordan samtalen mellom Aurora og Bente utspiller seg i Predict-fasen, og ut fra kontekst, transkriberingene, analysen og diagrammene, klassifiseres samtalen mellom Aurora og Bente i denne fasen som sterkt kumulativ med utforskende innspill, og er en produktiv samtale. Et særlig interessant funn i dette utdraget er misoppfatningen som kommer til syne gjennom samtale om programmet og modellen. Aurora mener at jorda dekker sola og kaster en skygge på månen, og at det er derfor vi har månefaser.

Gruppe 2 - Predict

D: eeh ja. Den får den til å rotere?

C: mhm

D: (skriver)

C: månen blir borte

D: hæ?

C: se månen blir borte

D: roterer den egentlig? Eller er det bare at lyset liksom blir (utydelig)

C: den roterer jo, eller jeg vet ikke

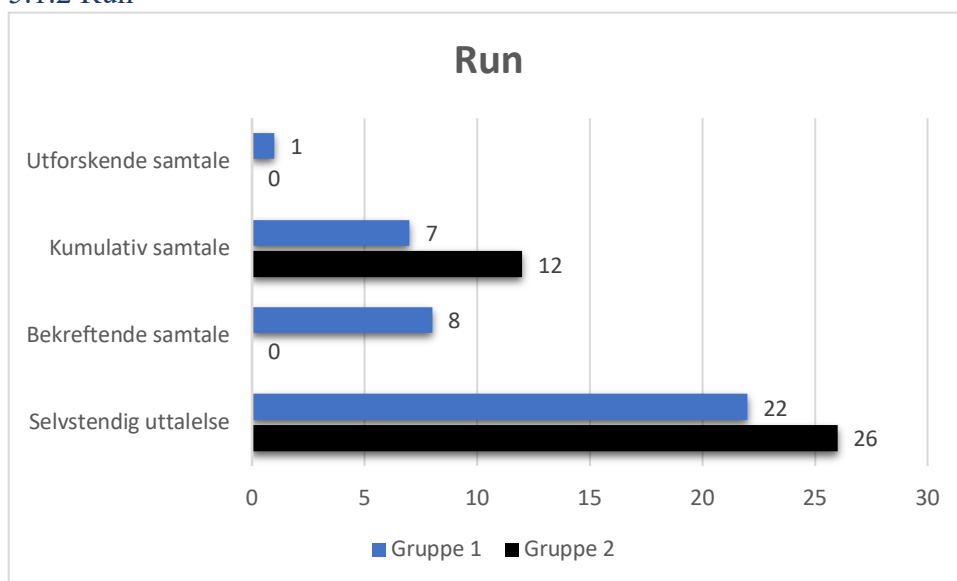
D: den bytter vertfall mellom drakter

C: (utydelig)

C: jo den roterer, fordi hvis du følger med når den er helt lys, så ser du på krateret her. Så ser du her. Du ser ikke det her. Du ser ikke det her. Du ser ikke det her. Du ser det, nå. Så den roterer.

Dette utdraget er fra en del av en samtale mellom Carl og Didrik, og er på samme måte som Gruppe 1, tatt fra helt i starten av Predict-fasen med samme beskjed og samme program. Carl og Didrik tar for seg en av kodene i programmet og prøver å forklare hva koden gjør. Det første utsagnet til Didrik er satt til å være kumulativt ut fra konteksten fra det som er sagt før dette utdraget. De starter med å si at koden får månen til å rotere, og begge er i første omgang enige om at koden får månen til å rotere. Videre kommer Carl med en selvstendig uttalelse om at månen blir borte, og bygger egentlig videre på det de ser i programmet, nemlig skyggen som beveger seg over månen. Didrik utfordrer ideen om at månen roterer i programmet, og Carl og Didrik samtaler i stor grad kumulativt og bygger kunnskap sammen. Samtidig utfordrer eller forsvarer de tidligere ideer, og samtalen kan derfor klassifiseres som kumulativ med innspill av utforskende samtale. I utdraget over er to av totalt fire utforskende utsagn i Predict-fasen hos Gruppe 2 representert. Det vil ikke være helt riktig å kalle samtaler mellom Carl og Didrik i Predict-fasen for utforskende, selv om det i utdraget kan synes å være det. Det som er gjennomgående i samtaler til Gruppe 2 i denne fasen er det kumulative, og det vil også her være snakk om en produktiv samtale.

5.1.2 Run



Figur 11 - Samtaletyper i Run-fasen i Gruppe 1 og 2

Figur 11 viser frekvensen av de ulike samtaletypene hos begge gruppene i den andre fasen, Run. I denne fasen fikk elevene kjøre programmet som simulerte månefaser. Her skulle de se om programmet gjorde det de hadde forutsett i Predict-fasen. Som vi ser av Figur 11 har Gruppe 2 verken bekreftende eller utforskende samtale i utsagnene sine. Gruppe 1 har litt av alle samtaletypene, men det er de selvstendige uttalelsene som troner øverst hos begge gruppene.

Gruppe 1 - Run

B: Den er veldig fin. At den viser når den her går rundt jorda hvordan det ser ut derfra

A: Ja men det er hvordan han ser månen

B: det er jo bra

A: du kan bytte ut navnet

B: det der var jo veldig (utydelig)

A: hæ? Å herregud se ut hvordan den ser ut (snakker til han bak). Det her er din Bob, men. Du skal gjøre. Her.

B: Ja fordi den månen, når den er rett foran sola så dekker (utydelig)-

A: Jeg skal kutte av han alle

B: Jo nærmere den kommer månen jo mindre blir den. Og jo lengre fra den går jo større (utydelig)-

Run-fasen innebærer mye selvstendige uttalelse, og de selvstendige uttalelsene varierer mellom å være samtalestartere som ikke får respons fra den andre på gruppa, høytenkning eller ufaglige, irrelevante utsagn. I Gruppe 1 er det Aurora som har mest av disse ufaglige og irrelevante selvstendige uttalelsene i Run-fasen, mens Bente i større grad har faglige selvstendige uttalelser som Aurora ikke hører eller ikke responderer på. Utdraget ovenfor inkluderer det ene utsagnet som er klassifisert som utforskende i denne fasen, og dette utsagnet er et av dem som var ulik ved kontrollkodingen. Jeg klassifiserte det i første omgang som kumulativt, i andre omgang som utforskende og landet i tredje omgang på utforskende. Aurora utfordrer på et vis det Bente sier innledningsvis i utsagnet, og presiserer egentlig det Bente forsøker å si. Samtalen kunne kanskje blitt mer kumulativ, men Bente legger den død ved å svare bekræftende «det er jo bra». Utdraget over er representativt for Run-fasen i Gruppe 1, og samtalene mellom Aurora og Bente i denne fasen bærer sterkt preg av selvstendige uttalelser og noe bekræftende og kumulativ samtale. Samtalene i Gruppe 1 i denne fasen havner inn under uproduktiv samtale.

Gruppe 2 - Run

D: «Marianne», bytt drakt til... hva skjer hvis jeg. Ja ok. Firkant (utydelig)

C: jeg kan viske bort bob

C: (synger)

D: denne styrer. Månen auto. Når du klikker endrer bakgrunn bytt drakt til 1 (utydelig)

D: åja. Den rød tingen der, den laseren som-

C: hold kjeft

D: kjeften din

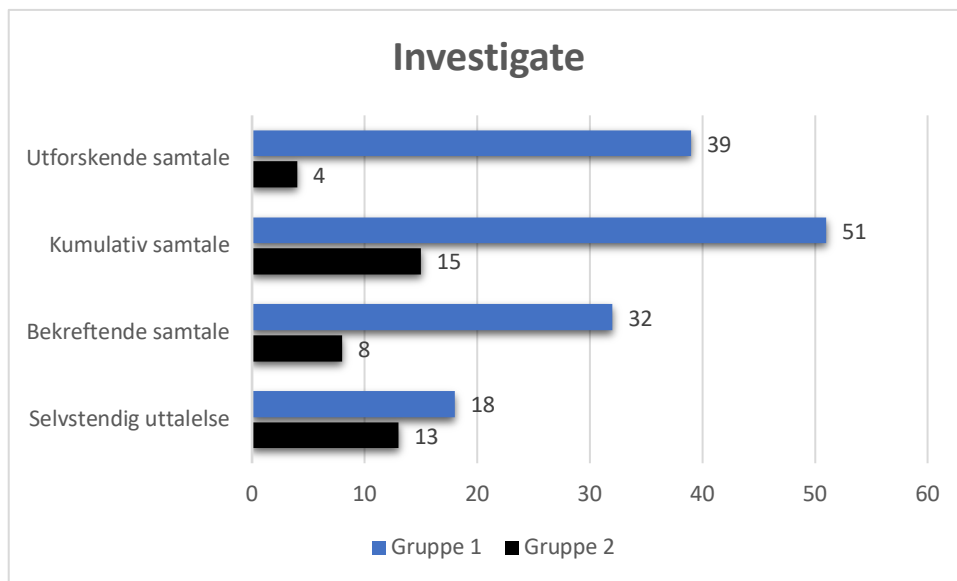
D: det er hvordan han ser

C: hæ?

D: jeg vet ikke, det står synsvinkel

Bekreftende og utforskende samtale er som nevnt fraværende hos Gruppe 2 i Run-fasen. I likhet med Gruppe 1, har også Gruppe 2 samtaler som bærer stort preg av selvstendige uttalelser. Didrik sine selvstendige uttalelser er på samme måte som Bente sine, høytenkning som ikke bygges videre på. Carl driver på samme måte som Aurora på med «ufaglig» fikling i større grad. Utdraget over er representativt for Run-fasen i Gruppe 2, og er en uproductiv samtale.

5.1.3 Investigate



Figur 12 - Samtale typer i Investigate-fasen i Gruppe 1 og 2

Figur 12 viser frekvensen av de ulike samtaletypene hos begge gruppene i den tredje fasen, Investigate. Her fikk elevene mulighet til å bruke programmet til å svare på spørsmål de selv hadde rundt månefaser, og om det ikke var noen spørsmål fra elevene selv, hadde jeg fire spørsmål jeg ville at elevene skulle forsøke å finne svar på med utgangspunkt i programmet. Det som er iøynefallende med diagrammet i Figur 12 er forskjellen i antall utsagn mellom Gruppe 1 og 2, hvor vi ser at Gruppe 2 snakker mindre sammen enn Gruppe 1.

Gruppe 1 - Investigate

De samtaletypene med høyest frekvens i denne fasen hos Gruppe 1 er kumulativ og utforskende samtale. Utdraget under viser hvordan samtalen flyter mellom Aurora og Bente når de er i Investigate-fasen. Utdraget er muligens litt langt, men det viser hvordan Aurora og Bente diskuterer om det er samme siden av månen vi ser. Aurora mener at det er den samme siden, mens Bente mener det ikke er samme siden. I de utsagnene som er klassifisert som utforskende, utfordrer de hverandres bidrag eller argumenterer for eget ståsted. De vurderer hva den andre sier, og er engasjerte i samtalen. Det er naturligvis innslag av selvstendige uttalelse og bekreftende og kumulativ samtale, men samtalene i denne fasen av undervisningen er vurdert til å være sterkt utforskende hos Gruppe 1 og er en produktiv samtale.

B: Er det alltid den samme siden av månen vi ser?

A: Ja!

B: Nei?

A: Jo?

B: Nei se da! Her ser du den lyse siden ikke sant? Og når den går der så ser du den mørke siden. Så det er ikke samme.

A: Nei du gjør ikke det. Jo!

B: Nei!

B: Ja men hvis du kaller det halvmåne 1 og halvmåne 2, når den er her så ser du halvmåne 1 og hvis den er der så er det halvmåne 2. Det er to ulike halvdelar av månen-

A: ja. Ja vi ser jo-

B: og her ser du hele månen, der ser du ingenting

A: okei, jammen vent da vent da vent da. Jammen kan vi ikke. Vi sier det er ikke det, men vi sier at hvis. Hvis månen bare-

B: se da. Nå ser vi den der. Neineinei, nå ser vi den der ikke sant?

A: ja okei vi sier at. Nei men vi sier at-

B: Og nå ser vi snart hele

A: Nei men vi sier at den her månen er den gule.

B: Ja

A: at den er en firkant. Vi sier det, den er ikke det, men okei. Så fra denne siden ser vi én side

av firkanten. På den ser vi den øverste, på den ser vi den nede og den ser vi den ytterste. Ikke sant? Jammen ser ikke. Jammen. Ja man ser, man ser alle sidene. På en måte fire sidene da, sier vi. Ser på en måte alle fire sidene.

B: altså nå ser vi venstre side av månen, ikke sant?

A: ja

B: og så

A: ja etterpå ser vi høyre side. Jajaja!

Gruppe 2 - Investigate

De fire ulike samtaletypene er alle representert i Investigate-fasen i Gruppe 2. De forekommer jevnt over, men samtalene i denne fasen for Gruppe 2 bærer preg av at Carl ikke er så interessert i det de skal gjøre, men heller å sitte å fikle og leke inne på Scratch. Utdraget fra samtalen under viser en del av samtalen hvor Didrik klarer å få med seg Carl i samtalen og de forsøker å forklare hvorfor vi ikke alltid har fullmåne. Didrik ender opp med å ha mange selvstendige uttalelser, delvis fordi utsagnene blir avbrutt av Carl, men også fordi Carl ikke er like engasjert i samtalen og utsagnene til Didrik blir stående alene. Dette er gjennomgående for Investigate-fasen for Gruppe 2, og samtalene mellom Carl og Didrik består i stor grad av selvstendige uttalelser fra Didrik med bekreftende ord fra Carl. Det ene grønne utsagnet i dette utdraget er kategorisert som utforskende ettersom Didrik vurderer det Carl sier, men får likevel ikke funnet de riktige ordene før Carl avbryter. Gruppe 2 er ikke inne i en produktiv samtale i denne fasen.

D: det er sikkert noe med, C se her. Når liksom, åh. Se her. Når den er rett. Her er jo sola-

C: mhm

D: når da månen dekker opp

C: åja, ja!

D: sola, da er det ingenting

C: ja fordi sånn du ser her da. Eller da. Nå-

D: og når den er helt på andre siden da blir det, da blir det

C: da vil sola lyse her. Ala, når den er heeær. Eller. Fuck det her. Se. Nå er det halvmåne for da ser du at nå er det sol på denne her siden av jorda-

D: mhm

C: da er det lys måne på andre siden av jorda, for da er det natt her

D: men liksom-

C: hva syns du om min?

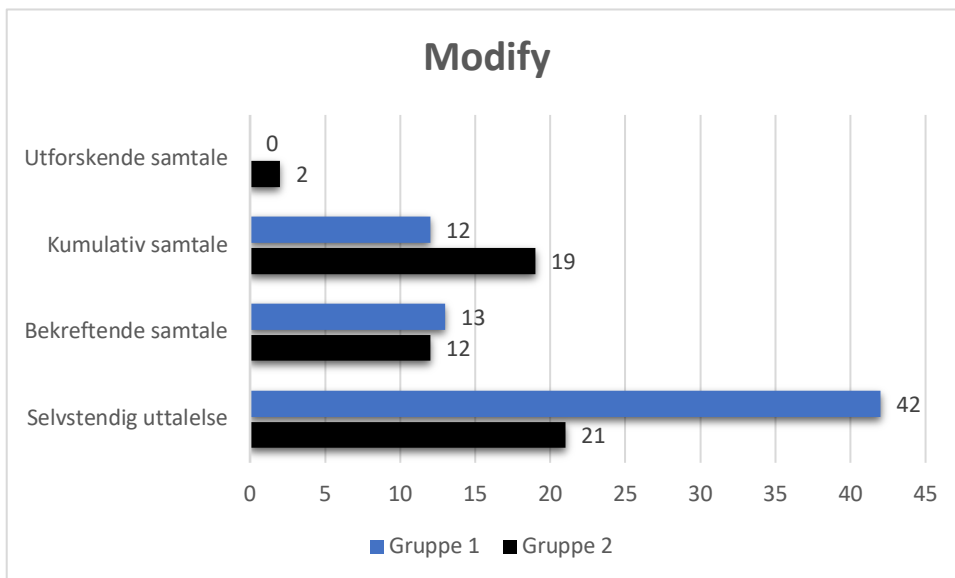
D: hva har du gjort?

D: men ja, jeg tror liksom at hvert fall når den er her, helt på starten her, da er det sikkert fordi. Det er ikke noe grunn til det egentlig. Det må jo være derfor

C: mhm

D: jo! Kanskje det er fordi eeh når man lyser med (utydelig) på en ting, da blir det jo ikke lys på den her siden. Kanskje det

5.1.4 Modify



Figur 13 - Samtaletyper i Modify-fasen i Gruppe 1 og 2

Figur 13 viser frekvensen av de ulike samtaletypene hos begge gruppene i den fjerde fasen, Modify. I Modify-fasen skrev jeg ned elevforslag på tavla som gikk på simuleringens mangler og hva som kunne endres. Bilde av elevforslagene finnes i Vedlegg 1. Elevene fikk forklart hvordan de skulle lage kommentarbokser med pseudokoder inne på det objektet de ønsket å endre koden til, og deretter forsøke å gjøre endringene. Det er tydelig fra Figur 13 at elevene ikke snakker like mye sammen i denne fasen som i de andre fasene.

Gruppe 1 - Modify

B: Den månen, den store grå månen der, kunne vært litt mer «smooth» i overgangene

A: ja men det er jo ikke. Det spiller jo ingen rolle

B: neinei

A: men jeg føler at ee. Vet ikke helt egentlig

B: sola kunne blitt gjort større?

A: (ler) ja

Hos Gruppe 1 bærer samtaleene i Modify-fasen preg av mye selvstendige uttalelser, med noe bekreftende og kumulativ samtale. De selvstendige uttalelsene er i tråd med det de skal gjøre, men Aurora og Bente klarer ikke helt å skape god flyt i samtalen og bygger ikke noe særlig på hverandres bidrag. Aurora sier hun er trøtt, denne økta var siste time på en fredag, og det er tydelig gjennom transkriberingene og lydopptakene at det er flere som er slitne i denne fasen. Samtaleene hos Gruppe 1 i Modify-fasen er uproduktive.

Gruppe 2 - Modify

D: jorda kan gå rundt sola

C: mhm

D: og at det ikke er to måner, da at liksom den her månen beveger seg. Eller at liksom den skifter sånn side og sånn-

C: mhm

D: ee de forskjellige månefasene, samtidig som den snurrer rundt. Kanskje?

C: ja

D: jeg vet ikke. Liksom at ee den her delen er egentlig her da. Så da trenger det ikke være to stykker. Kanskje?

C: mmm

D: Da slipper å bli (utydelig). Jeg vet ikke jeg. Og så, det var

Carl og Didrik snakker ikke mye sammen i Modify-fasen. En del av de selvstendige uttalelsene og kumulative samtalene i diagrammet i Figur 13 er jeg som snakker med Didrik. Utdraget fra samtalen over er representativt for hvordan samtalene i Gruppe 2 er i Modify-fasen. Didrik kommer med forslag til endringer som kan blir gjort i programmet, og Carl sier «mhm» og «ja» og gjør noe annet mens Didrik snakker. I denne fasen har Gruppe 2 helt tydelig en uproduktiv samtale og de snakker knapt sammen.

5.2 Hovedfunn Forsknings spørsmål 1

Forsknings spørsmål 1 tok for seg hvilke former for samtale som oppstår gjennom PRIMM-basert undervisning, og hovedfunnene peker på varierende samtaler i PRIMM-fasene med variasjon mellom de to gruppene. Gruppe 1 snakker generelt mer og mer produktivt sammen enn Gruppe 2. De uproduktive samtalene fant sted i fasene hvor selvstendige uttalelse og bekræftende samtale var dominerende. Disse «uproduktive fasene» var henholdsvis Run-fasen og Modify-fasen, samt Investigate-fasen for Gruppe 2. De produktive samtalene fant sted hvor kumulativ og utforskende samtale var dominerende. Slike «produktive-faser» var Predict-fasen for begge grupper, samt Investigate-fasen for Gruppe 1. Oppsummering av hovedfunn fra Forsknings spørsmål 1 vises i Tabell 5 nedenfor.

Tabell 5 - Hovedfunn fra Forsknings spørsmål 1

	PRODUKTIV	UPRODUKTIV
PREDICT	Gruppe 1 og Gruppe 2	
RUN		Gruppe 1 og Gruppe 2
INVESTIGATE	Gruppe 1	Gruppe 2
MODIFY		Gruppe 1 og Gruppe 2

5.3 Hvilke dimensjoner av utforskende arbeid kommer til syne i elevenes samtaler?

Forskningsspørsmål 1 tok for seg hvilke typer samtaler som fant sted mellom elevene i de ulike PRIMM-fasene. Forskningsspørsmål 2 vil dreie seg om å se mer på innholdet, hva de snakker om og hvordan de arbeider utforskende. Fra Forskningsspørsmål 1 har vi sett hvor de produktive og uproduktive samtalene forekommer gjennom PRIMM-fasene. Videre vil jeg trekke linjer mellom elevenes samtaler til det Knain & Kolstø (2011) kaller den individuelle dimensjonen og den kollektive dimensjonen i utforskende arbeid, som til oppsummeres i Tabell 6.

Tabell 6 - Dimensjoner innen utforskende arbeid (Knain & Kolstø, 2011)

Utforskende arbeid	
Individuell dimensjon	Kollektiv dimensjon
Systematisk observasjon	Formidling
Eksperimentelle ferdigheter	Diskusjon
Konkludering	Argumentasjon

5.3.1 Predict

Resultat fra Forskningsspørsmål 1 så vi at begge gruppene hadde produktive samtaler i Predict-fasen. Gruppe 1 var sterkt kumulative med innslag av utforskende samtale, og Gruppe 2 var sterkt kumulative. Samtalene mellom Aurora og Bente og mellom Carl og Didrik i Predict-fasen inneholder alle de fire samtaletypene (selvstendig uttalelse, bekreftende samtale, kumulativ samtale og utforskende samtale), og det de sier kan plasseres både i den individuelle og den kollektive dimensjonen, og vil bli illustrert videre.

Individuell dimensjon i Predict-fasen

Begge gruppene er innom den individuelle dimensjonen av utforsking med sine systematiske observasjoner. Fra datamaterialet er det tydelig at de systematiske observasjonene er mest fremtredende når de leser kodene og prøver å forstå dem, og som er det Predict-fasen i hovedsak dreier seg om. De har også innslag av eksperimentelle ferdigheter hvor de endrer kodene litt for å se om det de observerer er riktig.

Tabell 7 - Predict: Individuell dimensjon Gruppe 1

1	B: Så da er den liksom inni bildet-	Systematisk observasjon
2	A: Og her hvor det står forever, det er at det går om og om igjen-	
3	B: Liksom, da bare plasserer den opp der og så er det og så 1, 2. Ja	
4	A: Det er 4	
5	B: Her står det også wait until set timer.2	
6	A: Aha?	
7	B: Så når det har gått 2 sekunder eller litt mer så bytter den til neste kostyme	
8	A: Og hvis man for eksempel gjør den til 1 går den mye fortere	Eksperimentelle ferdigheter

Tabell 8 - Predict: Individuell dimensjon Gruppe 2

1	D: Skulle vi finne ut hva den andre tingen også var? For da vet ikke jeg. Pek. Åja. Pek i retning 90	Systematisk observasjon
2	C: Men han devin-fyren vil jo ikke endre seg	
3	D: Åja, pek i retning 90 er liksom hvor mange grader jorda skal være da. For liksom når jeg bytta den til minus 150, da snudde hele greia seg	Eksperimentelle ferdigheter

Selv om begge gruppene befinner seg innenfor den individuelle dimensjonen for utforskende arbeid, kommer det frem av datamaterialet at Gruppe 1 har flere systematiske observasjoner enn Gruppe 2. Det kan også illustreres ved å se på lengdeforskjellen på utdragene mellom gruppene i Tabell 7 og 8.

Kollektiv dimensjon i Predict-fasen

Diskutere, formulere og argumentere inngår i den kollektive dimensjonen, og en samtalesekvens kan inneholde én eller flere elementer fra dimensjonen. Det er kanskje naturlig, ettersom det er en sosial dimensjon hvor samtale er helt sentralt og består av vekselvirkninger i utsagn og innhold. Det som er særlig interessant hos Gruppe 1 i Predict-fasen er en sekvens hvor Aurora og Bente prøver å svare på hvorfor vi har månefaser. Bente mener at månen snurrer rundt seg selv og at det er derfor vi har månefaser. Aurora er usikker på om månen snurrer rundt

seg selv, og mener at vi har månefaser fordi jorda skygger for sola eller for månen. Bente begir seg ut på spørsmålet om hvorfor vi har månefaser ved å stille et tydelig spørsmål innledningsvis, som legger føring på videre samtale.

Tabell 9 - Predict: Kollektiv dimensjon Gruppe 1

1	B: betyr ikke det at månen må gå rundt seg selv?	Spørsmål
2	A: jo, men? Jammen. Månen. Jeg tror ikke månen. Månen beveger seg rundt jorda. Men kommer ikke månefasene fordi jorda. Jaja. Men at jorda skygger for.	Diskusjon/argumentasjon/formulering
3	B: nei jammen jorda går rundt seg selv, ikke sant?	
4	A: ja	
5	B: ja ikke sant. Så det er <i>den</i> som går rundt	Diskusjon/argumentasjon/formulering
6	A: ja, men og så går. Og så går. Rundt sånn, ikke sant?	
7	B: Ja	
8	A: men. Kommer ikke-	
9	B: den står litt i vinkling hver gang	
10	A: men. Men kommer det ikke av at jorda dekker for sola? Sånn at det blir en skygge som dekker foran?	Formulering/diskusjon
11	B: Jorda dekker månen. Eller jorda dekker sola.	Konkludering

Misoppfatningen som ble belyst i resultatdelen til Forskningsspørsmål 1 blir her trukket frem i lyset igjen. Det later til at Bente sier seg enig med Aurora. De konkluderer med at jorda lager en skygge på månen og er kanskje en vanlig misoppfatning blant elever. Misoppfatningen ble ikke fanget opp i undervisningen, men ved transkriberingen av elevsamtalene. Diskusjonene mellom Aurora og Bente er interessante i seg selv. De bærer preg av utforskende samtale og de er flinke til å vurdere det den andre sier og eventuelt utfordre det som blir sagt. Det er nettopp dette som kan være en av grunnene til at simuleringen er særlig nyttig for elevene når de utforsker månefasene.

Gruppe 2 har ikke utforskende samtalesekvenser av samme karakter i Predict-fasen som eksempelet over fra Gruppe 1. I utdraget under samtaler de om hva de tror koden får programmet til å gjøre.

Tabell 10 - Predict: Kollektiv dimensjon Gruppe 2

1	D: Eeh ja. Den får den til å rotere?	Formidling
2	C: Mhm	
3	C: Månen blir borte	Systematisk observasjon/formidling
4	D: Hæ?	
5	C: Se, månen blir borte	
6	D: Roterer den egentlig? Eller er det bare at lyset liksom blir (utydelig)	Spørsmål/diskusjon
7	C: Den roterer jo, eller jeg vet ikke	Systematisk
8	D: Den bytter vertfall mellom drakter	observasjon/formidling
9	C: Jo den roterer, fordi hvis du følger med når den er helt lys, så ser du på krateret her. Så ser du her. Du ser det ikke her. Du ser ikke det her. Du ser ikke det her. Du ser det, nå. Så den roterer	Argumentasjon

Gruppe 2 er innom den kollektive dimensjonen, men de diskuterer ikke særlig mye. De holder seg til formidling av hva de tror koden kommer til å gjøre, og har noen argumenter for sin hypotese. Gruppe 2 har som nevnt fra Forskningsspørsmål 1 lite utforskende samtale i Predict-fasen. Likevel er Gruppe 2 innom både den individuelle dimensjonen og den kollektive dimensjonen med sine systematiske observasjoner, formidlinger og argumentasjon.

5.3.2 Run

Selvstendige uttalelser dominerte i begge gruppene i Run-fasen, og begge gruppene ble klassifisert til uproduktiv samtale. Fra Forskningsspørsmål 1 så vi at det var lite kumulativ og utforskende samtale, og elementene som tilhører den kollektive dimensjonen er ikke aktuelle i Run-fasen. Det er derimot elementer fra den individuelle dimensjonen som er fremtredende i Run-fasen hos begge gruppene. Det som er interessant hos begge gruppene i Run-fasen er hvordan én av elevene i hver gruppe leser kodene, mens den andre på gruppa fikler med figuren i programmet.

Individuell dimensjon i Run-fasen

Tabell 11 - Run: Individuell dimensjon Gruppe 1

1	B: det der var jo veldig-	Systematisk observasjon
2	A: hæ? Å herregud se hvordan den ser ut (snakker til han bak). Det her er din Bob, men. Du skal gjøre. Her.	
3	B: Ja fordi den månen, når den er rett foran sola så dekker-	Systematisk observasjon
4	A: Jeg skal kutte av han alle-	
5	B: Jo nærmere den kommer månen jo mindre blir den. Og jo lengre fra den går jo større	Systematisk observasjon
6	A: Jeg skal kutte av alle fingrene på Bob	
7	B: Når det er sånn halvmåne så (utydelig), og hvis det er mot sola da er den helt (utydelig), og hvis den er akkurat på andre siden av jorda da er den helt (utydelig)	Systematisk observasjon
8	A: Han har ikke fingre lenger	

Tabell 12 - Run: Individuell dimensjon Gruppe 2

1	D: Marianne, bytt drakt til.. hva skjer hvis jeg. Ja ok. Firkant (utydelig)	Systematisk observasjon
2	C: Jeg skal hviske bort Bob	
3	D: Denne styrer. Månen auto. Når du klikker, endrer bakgrunn bytt drakt til 1 (utydelig)	Systematisk observasjon
4	D: Åja. Den røde tingen der, den laseren som-	Systematisk observasjon

Bente og Didrik driver med mye systematisk observasjon i Run-fasen. Dette selv om de snakker om helt ulike ting. Aurora og Carl fikler og redigerer på figurene inne på programmet. Det å fikle er en sentral del av det å lære programmering og er i tråd med den algoritmiske tenkeren (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Likevel vil ikke fikling nødvendigvis havne inn under definisjonen for utforskende arbeid i denne sammenheng. Selv om begge gruppene har uproductive samtaler i Run-fasen, kan det sies at både Bente og Didrik befinner seg i den

individuelle dimensjonen for utforsking, hvor de selvstendige utsagnene i stor grad er ulike systematiske observasjoner.

5.3.3 Investigate

I Investigate-fasen var Gruppe 1 alene om å ha produktive samtaler, hvor det kumulative og utforskende dominerer. Gruppe 2 hadde uproduktiv samtale i Investigate-fasen, men hvor alle samtaletypene var til stede. Videre vil resultatene for Investigate-fasen heller presenteres gruppevis, hvor det blir presentert elementer som hører til den individuelle dimensjonen og den kollektive dimensjonen samtidig.

Gruppe 1 i Investigate-fasen

Det er mye som er interessant hos Gruppe 1 i denne fasen og jeg ønsker først å trekke frem den første utforskende samtalen de har i denne fasen. I sekvensen under spør Aurora innledningsvis om månen roterer rundt seg selv. Dette er noe de allerede har diskutert litt i Predict-fasen, da de prøvde å forklare hvorfor vi har månefaser. I Predict-fasen mente Bente at månefasene oppstod fordi månen roterte rundt seg selv, mens Aurora ikke var helt overbevist om at månen roterte rundt seg selv. I sekvensen under kan vi nå se at Bente har endret oppfatning og mener at månen *ikke* roterer rundt seg selv, og at Aurora nå er overbevist om at månen roterer rundt seg selv, men sliter med å argumentere for sin idé.

Tabell 13 - Investigate: Dimensjoner Gruppe 1

1	B: Jeg tror ikke det. Den roterer jo bare rundt jorda, gjør den ikke?	Formulering/diskusjon
2	A: Månen roterer rundt sin egen akse akkurat som jorda (leser høyt fra internett-søk). Ja den gjør det.	Eksperimentelle ferdigheter/ systematisk observasjon
3	B: Roterer den?	Spørsmål
4	A: Ja! Nei? Jeg fikk ikke svaret	
5	B: Da gjør den ikke det	Konklusjon
6	A: Jo månen går rundt seg selv	Diskusjon/argumentasjon
7	B: Nei, altså for hvis ikke hadde denne «swirla» her rundt. Ikke sant? Da hadde lyset gått sånn. Samtidig som-	

8	A: Nei	
9	B: Jo, hvis det der går rundt da hadde den der vært fullt lys sånn ca nå. Ikke sant? Så hadde den gått rundt akkurat samme som-	
10	A: Jammen! Jammen, går ikke. Eh.	Formulering/diskusjon
11	B: Forklar hvordan månen går rundt seg selv	

I dette samtaleutdraget er Aurora og Bente innenfor den kollektive dimensjonen med elementene formulering, diskusjon og argumentasjon. I tillegg er det innslag fra den individuelle dimensjonen når Aurora bruker andre kilder til å samle data, og hvor Bente konkluderer midt i utdraget om at månen ikke roterer rundt seg selv. Bente har også et veldig tydelig spørsmål i utdraget: «roterer den?» Spørsmålsstilling plasseres ikke innenfor en dimensjon, men er helt klart et kjennetegn på utforskende arbeid. De diskuterer og er ikke helt enige om hva som er riktig. Bente forsøker å argumentere for at månen ikke roterer rundt seg selv, og argumenterer med hvordan lyset da ville truffet månen. Jeg antar at hun peker på simuleringen for å styrke argumentasjonen sin når hun prøver å forklare til Aurora hvorfor det ikke stemmer. Aurora sjekker som sagt andre datakilder enn simuleringen og leser fra internett at månen roterer rundt seg selv. Hun virker ikke til å være sikker på hva søket hennes forteller, og Bente er rask med å konkludere. Aurora gir seg ikke, men får ikke til å formidle noen gode argumenter for sin idé.

Det neste jeg ønsker å trekke frem fra Investigate-fasen til Gruppe 1 er hvordan svarene deres endrer seg. Fra Predict-fasen hang Aurora og Bente seg opp i spørsmålet «hvorfor har vi månefaser?». Da diskuterte Aurora og Bente, og Bente lurte på om ikke det betydde at månen roterte rundt seg selv. I Predict-fasen ble de delvis enige om at vi har månefaser fordi jorda lager en skygge på månen. I Investigate-fasen kommer samme spørsmål en gang til: «Hvorfor har vi månefaser?» Da lyder samtalen mellom Aurora og Bente slik:

Tabell 14 - Investigate: Dimensjoner Gruppe 1

1	A: Siden. Månen har faser, siden det kommer an på hvilken side av jorda månen er på og da- Det er egentlig liksom det samme som vi fortalte hvorfor månen ikke alltid har fullmåne. Det er det samme	Formulering/konkludering
2	B: månefaser er egentlig bare et annet ord på, mmm, de ulike tidspunktene når månen endrer seg	
3	A: ja	
4	B: og hvor synlig den er da og hvor den er	
5	A: ja	

I denne sekvensen diskuterer de ikke, men heller formulerer den kunnskapen de har bygget underveis og vi kan plassere sekvensen inn i den kollektive dimensjonen for utforskning. De er enige og virker til å konkludere med at vi har månefaser fordi månen endrer posisjon i forhold til jorda. Det kan derfor også argumenteres for at de befinner seg både i den individuelle og den kollektive dimensjonen samtidig, ettersom konkludering tilhører den individuelle dimensjonen. Vi ser hvordan svaret på samme spørsmål har utviklet seg.

Den neste gode diskusjonen på Gruppe 1 er ved spørsmålet «Er det alltid den samme siden av månen vi ser?» Når Aurora og Bente tar for seg dette spørsmålet er de svært engasjerte og det er en sterkt utforskende samtale. Aurora mener at vi ser den samme siden av månen, mens Bente mener at vi ikke alltid ser den samme siden.

Tabell 15 - Investigate: Dimensjoner Gruppe 1

1	B: Altså, nå ser vi venstre side av månen, ikke sant?	Formulering
2	A: ja	
3	B: og så	
4	A: ja etterpå ser vi høyre side. Jajaja!	
5	B: Ikke sant? Man ser ikke samme side av månen sånn-	Konkludering
6	A: nei man gjør ikke det	
7	B: Du gjør det bare om det er fullmåne, da ser du begge sidene, men ikke hvis det er halvmåne og halvmåne	

8	A: Ja, men vi ser alltid, hvis det er en, hvis det er fullmåne	Argumentasjon/diskusjon
9	B: Hvis den er her da ser du venstre siden, men der da ser du høyre siden	
10	A: Ja, men når det er fullmåne så ser vi alltid samme	
11	B: Ja, men vi ser ikke samme når det er to separate	
12	A: Nei, men det er jo. Nei	
12	B: så det er ikke <i>alltid</i> den samme siden av månen vi ser. Det er det som er spørsmålet.	Konkludering
13	A: Siden månen beveger seg ikke rundt sånn (får isoporkule av meg)	Argumentasjon/formidling
14	B: Ja	
15	A: så blir det alltid den siden. Så uansett om den går, der er jorda, gi meg hånden, der er jorda-	
16	B: Jammen månen går jo rundt sånn her	Diskusjon
17	A: Ja! Men det er fortsatt samme side vi ser!	
18	B: Ja det er forsåvidt sant	
19	A: se, du tenker. Hvis du tenker at månen hadde vært flat-	Formulering
20	B: Ja	
21	A: så hadde vi fortsatt sett samme side	
22	B: Ja, men jeg går ut ifra simuleringen, ikke sant? Du går ut fra modell, og jeg. Du har riktig. Jeg skal innrømme det.	
23	A: Ja, men du ser fortsatt alltid samme siden!	Diskusjon/konkludering

Grunnen til at dette litt for lange utdraget er med er fordi det kan se ut til at Aurora og Bente tolker spørsmålet forskjellig. Og det som er mest interessant er kanskje det Bente mener må være forklaringen på de forskjellige oppfatningene deres, nemlig todimensjonal simulering vs. tredimensjonal modell. De diskuterer godt, og støtter seg mye til simulering eller tredimensjonal modell i sin argumentasjon. Det kan også argumenteres å være en del systematisk observasjon i denne sekvensen, i den forstand at de bruker simuleringen såpass mye og at den systematiske observasjonen av simuleringen fungerer som en visuell støtte for elevenes formidling og

argumentasjon av egen forståelse av fenomenet. I tillegg er det innslag av konkludering i utdraget, og Gruppe 1 kan sies å være innoen både den individuelle og den kollektive dimensjonen i Investigate-fasen.

Gruppe 2 i Investigate-fasen

Investigate-fasen hos Gruppe 2 er veldig annerledes fra Gruppe 1. Fra Forskningspørsmål 1 kom det frem at Gruppe 2 hadde en uproduktiv samtale med mye selvstendige utsagn. Det som også er iøynefallende fra Forskningspørsmål 1 i denne fasen, var antall utsagn hver gruppe hadde i denne fasen. Gruppe 1 hadde 140 utsagn i Investigate-fasen, mens Gruppe 2 kun hadde 40 utsagn. De snakker mye mindre sammen og diskuterer ikke. 11 av 13 selvstendige utsagnene i Investigate-fasen er Didrik sine utsagn. De selvstendige utsagnene til Didrik er formidling av tankeprosess og systematisk observasjon av simuleringen. I utdraget under tar Gruppe 2 for seg spørsmålet «Hvorfor har vi ikke alltid fullmåne?»

Tabell 16 - Investigate: Dimensjoner Gruppe 2

1	D: Når månen dekker opp sola, da er det ingenting. Og når den er helt på andre siden da blir det, da blir det.	Systematisk observasjon/formulering
2	C: da er det lys måne på den andre siden av jorda, for da er det natt her (Carl fikler og melder seg ut av samtalen)	Formulering/argumentasjon
3	D: Jo! Kanskje det er fordi eeh når man lyser med lys på en ting, da blir det jo ikke lys på den her siden. Kanskje det-	
4	C: og du sier at jeg- (en tredje elev avbryter og snakker med C)	
5	D: men ja. I vertfall så tipper jeg da at det er mørkt når den er her fordi da kommer det ikke lys på den siden av månen. For det er sola som lyser opp og da lyser den ikke opp på andre siden.	Formulering/argumentasjon

Her kan det argumenteres for at Didrik beveger seg litt mellom den individuelle og den kollektive dimensjonen. Han gjør observasjoner i simuleringen og formidler høyt hvordan han tenker, og argumenterer også for hvorfor sola bare lyser opp halve månen og ikke hele. Carl på

den andre siden kan ikke sies å arbeide utforskende i denne fasen, til tross for at han formulerer et svar på spørsmålet innledningsvis i utdraget.

5.3.4 Modify

I Modify-fasen hadde begge gruppene uproduktive samtaler. Selvstendig uttalelse dominerte hos begge gruppene, og fasen kjennetegnes med merkbart mindre prat hos begge gruppene. De selvstendige uttalelsene i denne fasen var i begge gruppene en blanding av ufaglige uttalelser og faglig relevante uttalelser i form av idémyldring. Disse selvstendige uttalelsene som uttrykker idéer og forslag til modifisering på simuleringen kan argumenteres til å være en god blanding av eksperimentelle ferdigheter og systematiske observasjoner gjort underveis gjennom de tidligere fasene, og vi kan plassere dem i den individuelle dimensjonen. Videre er det også tegn til formulering i form av høytenkning og ideer som vi kan plassere i den kollektive dimensjonen. Videre presenteres ved utdrag fra idémyldringen i de to gruppene, sammen med elevarbeid fra Scratch.

Gruppe 1 i Modify-fasen

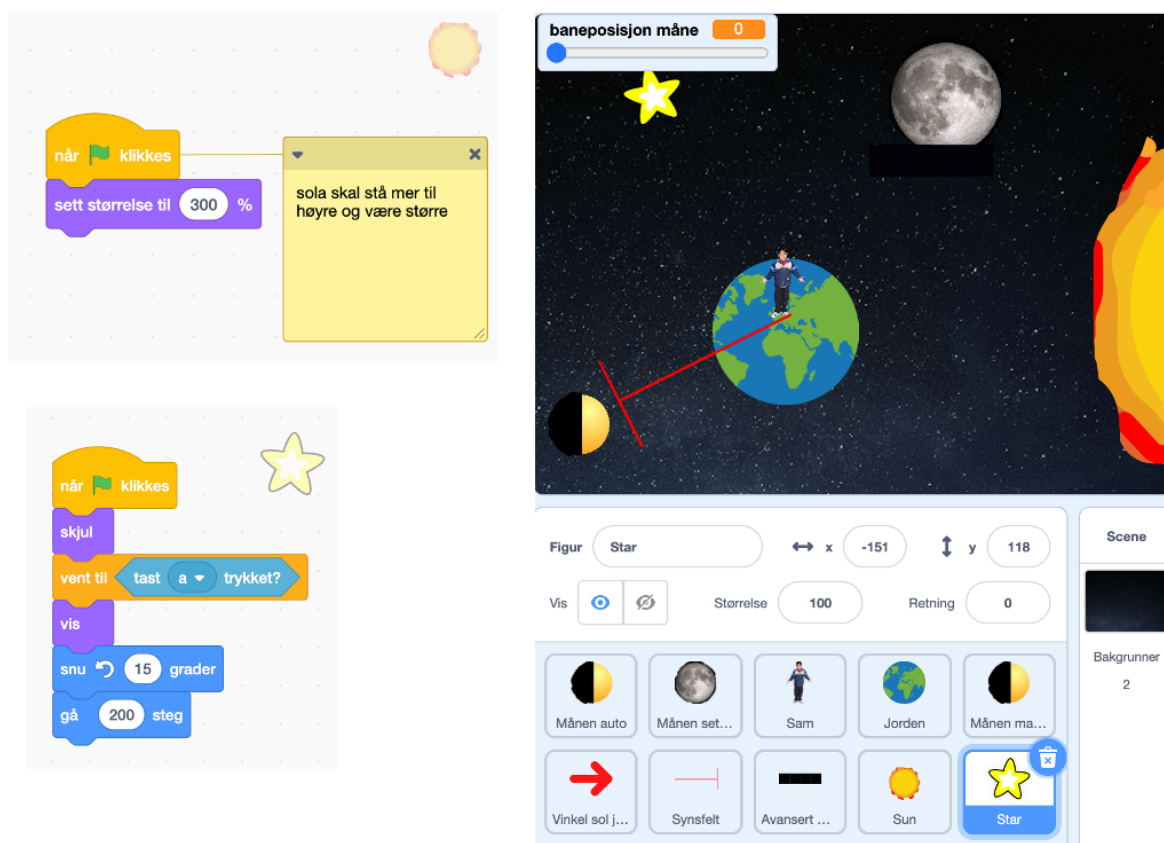
Tabell 17 - Modify: Dimensjoner Gruppe 1

1	B: Den månen, den store grå månen der, kunne vært litt mer «smooth» i overgangene	Systematisk observasjon/eksperimentelle ferdigheter/formidling
2	A: Ja, men det er jo ikke. Det spiller jo ingen rolle	
3	B: Neinei	
4	A: Men jeg føler at eeh. Vet ikke helt egentlig	
5	B: Sola kunne blitt gjort større?	Systematisk observasjon/eksperimentelle ferdigheter/formidling
6	A: Ja	
7	B: Mye større	
8	A: At ee. At ee det hadde på en måte forklart bedre med de derre rød strekene. Ah jeg er så trøtt (gjesper). Hvis du skjønner hva jeg mener? At den er på en måte ikke ujevn, men krasjer med hverandre. At det hadde liksom beregna-	
9	B: Hvis du kanskje hvis, du kunne ha vært, jeg vet ikke om det er en sånn funksjon man kan velge da hvis man.	

	At når man trykka på den sånn der liksom, at du hadde fått en fasit.	Systematisk observasjon/eksperimentelle ferdigheter/formidling
10	A: Ja det kunne man gjøre. Jeg tror det er kanskje en sånn funksjon, men jeg vet ikke, jeg har ikke jobba med så-	
11	B: Du kan ta sånn voice over. Sånn her: måne si. Ikke sant? For eksempel da at nåe a trykkes, ikke sant, måne sier svar. Og så svar er lik. Vet ikke liksom si denne her er klikket da (utydelig)	

Oppsummert var forslagene til hva som kan modifiseres ved simuleringen fra Gruppe 1 å gi den grå månen en mykere overgang på skyggeanimasjonen, større sol, forklaring på røde piler, trykke på en knapp for å få svar på spørsmål og eventuelt også en stemme som sier svaret. Nedenfor ligger skjemdumper fra hva Aurora og Bente har gjort inne på programmet i Scratch i denne fasen.

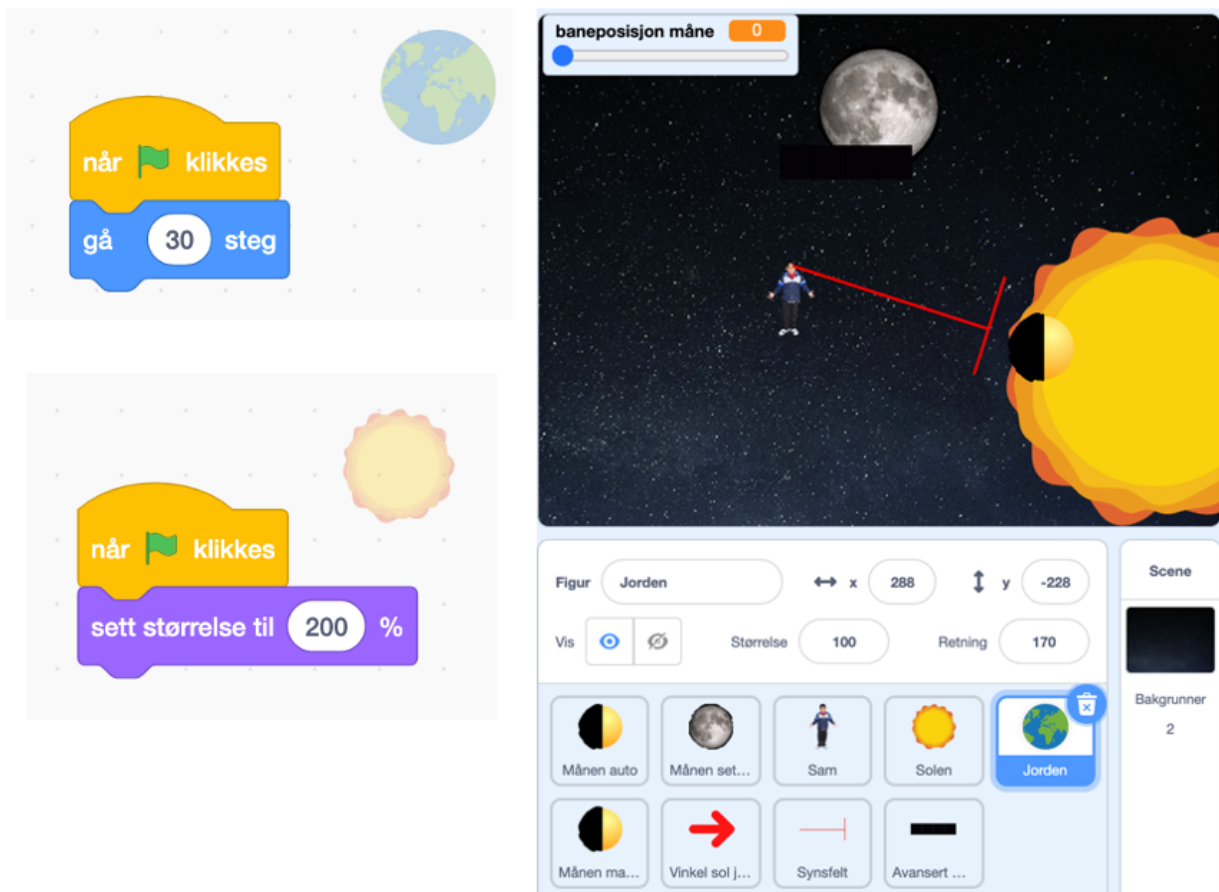
Bente



Figur 14 – Bente

Bente har gjort sola større, slik hun foreslo til Aurora som en endring. Om man ser nøye kan man også se at sol-figuren har en egendefinert drakt hvor Bente har lagt til rød «flamme». Hun har endret størrelsen på sola ved å bruke en «utseende»-blokk. I pseudokoden i kommentarboksen til sola står det at sola skal stå mer til høyre og være større. Dette har hun fått til. Hun har nok flyttet sola manuelt, altså trykket på den med musa og flyttet den, i stede for å programmere solas posisjon ved hjelp av kodeblokker. Videre har hun lagt til en ny figur, en stjerne. Her mangler pseudokode, men det kan tenkes at hun ville at stjernen skulle bevege seg rundt i verdensrommet hver gang man trykker på «a». Problemet er at den forsvinner ut av koordinatfeltet etter hvert. Hun mangler en kodeblokk som gir stjernen en startposisjon hver gang programmet starter. Av de endringene som ble foreslått i Gruppe 1 er det egentlig bare endringen som angår sola som har blitt gjennomført.

Aurora



Figur 15 - Aurora

«utseende»-blokk som Bente. Aurora har også programmert jorda til å gå 30 steg når flagget klikkes. Som vi kan se i Figur 15, og som Aurora uttrykker i transkriberingene, er jorda ute av koordinatfeltet etter mange klikk på flagget. Hun klarer ikke å få den tilbake. Samme som med

Bente, mangler Aurora en kodeblokk som angir jordas startposisjon. Hos Aurora mangler pseudokoder, men av transkriberingene kommer det frem at Aurora ikke har noen særlige ideer om modifiseringer hun ønsker å gjøre. Mulig hun er sliten som hun selv uttrykker, men andre årsaker som lav mestringsforventning, lav motivasjon eller andre ting kan ikke utelukkes.

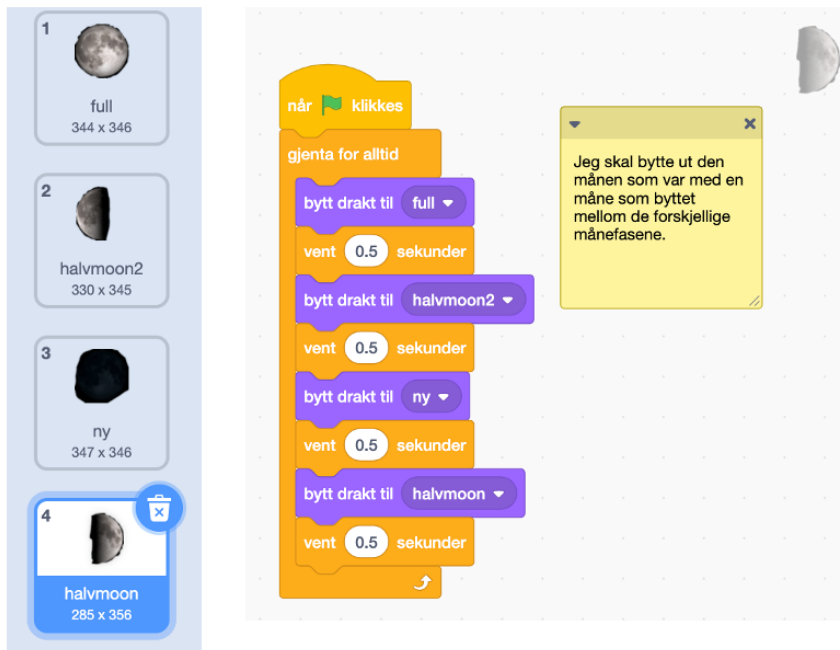
Gruppe 2 i Modify-fasen

Tabell 18 - Modify: Dimensjoner Gruppe 2

1	D: Jorda kan gå rundt sola	Systematisk observasjon/eksperimentelle ferdigheter/formidling
2	C: Mhm	
3	D: Og at det ikke er to måner, da at liksom den her månen beveger seg. Eller at liksom den skifter sånn side og sånn-	Systematisk observasjon/eksperimentelle ferdigheter/formidling
4	C: Mhm	
5	D: Ee de forskjellige månefasene, samtidig som den snurrer rundt. Kanskje?	Systematisk observasjon/eksperimentelle ferdigheter/formidling
6	C: Ja	

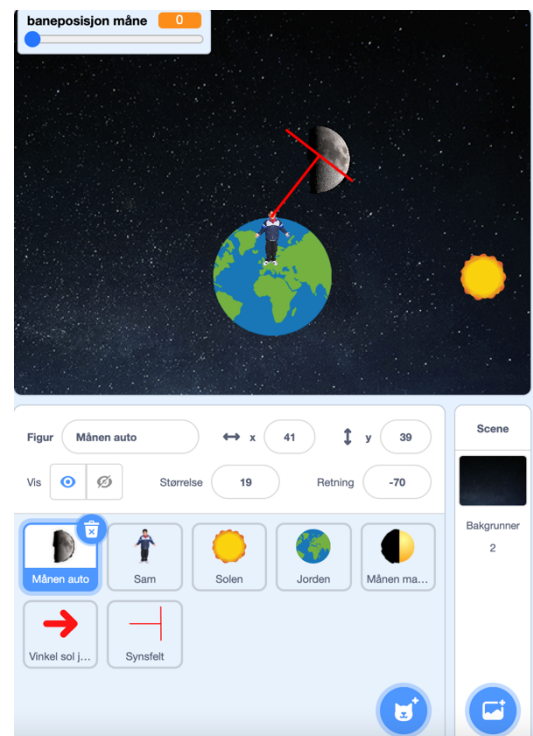
I Modify-fasen hos Gruppe 2 er det kun Didrik som kommer med forslag. Forslagene er å få jorda til å gå rundt sola, og å kutte ut den ene månen og kun ha den ene månen i bane rundt jorda samtidig som den viser månefasene. Nedenfor ligger skjemdumper fra hva Carl og Didrik har gjort inne på programmet i Scratch.

Didrik



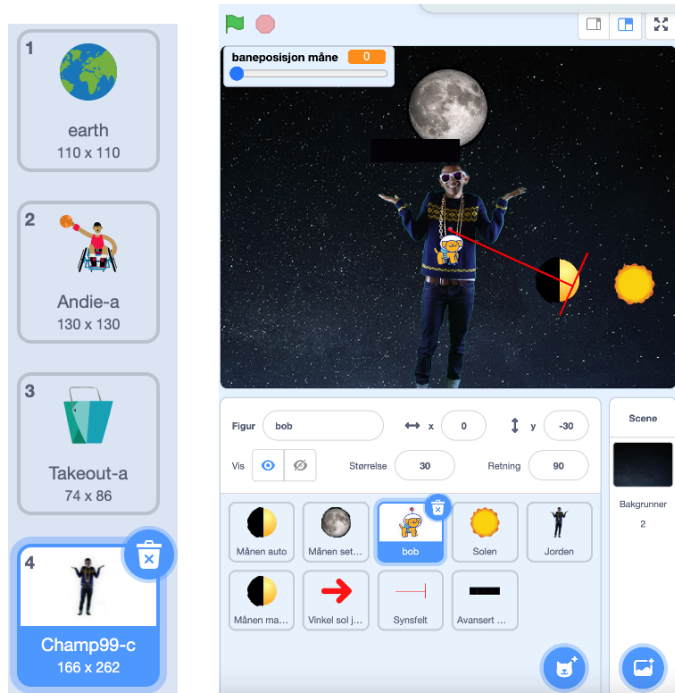
Figur 16 - Didrik

Didrik skriver i kommentarboksen i Figur 16 at han vil bytte ut den automatiske månen som går rundt jorda, med den månen som viser månefasene ut fra månens plassering. Han bruker eksisterende koder på figuren som heter «automatisk måne», slik at månen fortsatt går i samme bane rundt jorda, men lager nye kostymer til figuren. Kostymene han lager kan man se i Figur 16. I koden ser vi at det byttes mellom hver drakt hver halve sekund, og arbeidet til Didrik slutter her. Skjermdump av den modifiserte simuleringen til Didrik vises i Figur 17, og her ser man en måne som endrer mellom de fire kostymene, og som går i bane rundt jorda på samme tid. Månen bytter mellom draktene for fort, og gir ikke et riktig bilde på månefasene. Det kan tenkes at om klassen hadde hatt en økt til, ville Didrik kunne få til det han ønsket å programmere, og kanskje laget en egen simulering i en fremtidig Make-fase.



Figur 17 - Didrik

Carl



Figur 18 - Carl

Carl sitt arbeid dreier seg rundt endring av figurene, og ikke kodene bak dem. Som vi kan se i Figur 18 har han byttet ut jorda flere ganger, hvor han har endt opp på figuren kalt Champ99-c. I tillegg kan vi se at Sam, som var den opprinnelige figuren, har blitt byttet ut med romhunden Bob. Carl har med andre ord ikke modifisert simuleringens koder eller forsøkt å forbedre simuleringen med tanke på idéene som ble foreslått, både av Didrik, meg og andre i klassen. Carl har i større grad enn andre fiklet, som er veldig relevant for programmering, men igjen ikke relevant for utforskende arbeid i denne sammenheng.

Avslutningsvis i denne fasen vil jeg presisere at denne idémyldringen bestående av systematiske observasjoner, eksperimentelle ferdigheter og formuleringer kan antas å være et slags «produkt» i den utforskende prosessen som gruppene har vært gjennom. Gjennom arbeid med programmet og månefasene i de tre foregående fasene, har elevene stilt spørsmål, samlet og brukt data, og vurdert og videreutviklet kunnskap. Bente og Didrik er de som kommer med idéene i Modify-fasen. Både Bente og Didrik er innom den individuelle og eventuelt også den kollektive dimensjonen for utforskende arbeid. Det er nærliggende å anta at det foregående arbeidet i de tre foregående fasene har innvirket på forslagene, og at idéene som blir formulert stammer fra kunnskap de hadde fra før og inntrykk, erfaring og data de har samlet gjennom samtale og bruk av simulering.

5.4 Hovedfunn Forsknings spørsmål 2

Analyse av datamaterialet i lys av individuell og kollektiv utforskende dimensjon, viser at elevene driver med en form for utforskende arbeid i alle fasene av PRIMM. Run-fasen er den fasen hvor det er minst utforsking, med kun individuell dimensjon i form av systematiske observasjoner av én person per gruppe. Oversikt over hovedfunnene fra Forsknings spørsmål 2 er oppsummert i Tabell 19 nedenfor.

Tabell 19 - Hovedfunn fra Forsknings spørsmål 2

	INDIVIDUELL DIMENSJON	KOLLEKTIV DIMENSJON
PREDICT	Gruppe 1 og Gruppe 2	Gruppe 1 og Gruppe 2
RUN	Gruppe 1 og Gruppe 2	
INVESTIGATE	Gruppe 1 og Gruppe 2	Gruppe 1 og Gruppe 2
MODIFY	Gruppe 1 og Gruppe 2	Gruppe 1 og Gruppe 2

6.0 Diskusjon

Hensikten med denne masteroppgaven er å se på hvilke måter PRIMM tilrettelegger for utforsking i naturfag. I diskusjonskapitlet vil jeg når forsøke å svare på hensikten, og bruke hovedfunnene fra resultatene og knytte det opp mot teori. På grunnlag av resultatene vil jeg nå trekke frem følgende diskusjonstemaer:

1. PRIMM som en måte å gjøre MBI på
2. PRIMM som progresjon i programmering, modellering og naturfag
3. PRIMM som et verktøy i undervisning

6.1 Hva sier resultatene?

Resultatene viser hvordan forsknings spørsmålene utfyller hverandre ved å belyse hvordan de samtaler og hva de samtaler om. Begrepene «produktiv» og «uproduktiv» i forbindelse med Forsknings spørsmål 1 kan diskuteres med tanke på hva man legger i betydningen av begrepene. Bungum et al. (2018) sin definisjon av produktiv og uproduktiv kan tilsynelatende være misvisende i den forstand at uproduktive samtaler oppfattes som «dårlige» samtaler og at produktive samtaler oppfattes som «gode» samtaler. Innledningsvis i masteroppgaven ble det nevnt at utforskende samtaletype inkluderes i definisjon for utforskende arbeid. Det vil si at i de fasene hvor gruppene snakker utforskende i produktive samtaler, så utforsker de. Det som er misvisende, er at de da tilsynelatende ikke utforsker eller gjør noe «av verdi» i de uproduktive

samtalene. Dette er begrunnelsen for behovet av Forskningsspørsmål 2 som ser på *hva* de snakker om, og ikke bare hvordan de snakker. Hovedfunnene fra Forskningsspørsmål 2 viser at begge gruppene er innom både individuell og kollektiv dimensjon for utforskende arbeid i alle fasene, med unntak av Run-fasen, hvor gruppene kun er innom den individuelle dimensjonen. I tillegg til at gruppene utforsker etter Knain & Kolstø (2011) sine definisjoner, ser vi også tendenser til de åtte praksisene som Haug et al. (2021) viser til som sentrale praksiser for NPT. Det viser seg også at PRIMM har mange likhetstrekk med MBI (Windschitl et al., 2008). Basert på resultatene ser vi at PRIMM kan synes å ha potensiale til å støtte elever på flere områder enn programmering. PRIMM kan virke til å være et nyttig verktøy i å støtte elevene i sine modelleringsferdigheter og gi en dypere forståelse for det naturfaglige fenomenet som simuleres. Masteroppgaven tar ikke sikte på å si noe om grad av læringsutbytte, likevel kan vi ut fra resultatene se en progresjon i samtalene om hvordan de snakker om fenomenet, og da spesielt i de produktive samtalene som kjennetegnes av nettopp konstruksjon og rekonstruksjon av kunnskap (Bungum et al. 2018).

6.2 PRIMM som en måte å gjøre MBI på

Sentralt i PRIMM og MBI er språk som mediering (Sentance et al., 2019; Windschitl et al., 2008). Samtale rundt de fem epistemiske aspektene til Windschitl et al. (2008); testbarhet, revidering, utledende, generativ og forklaring, trekkes frem som argumenter for generering og validering av nye ideer, og som videre støtter utviklingen av naturvitenskapelig kunnskap i en kreativ prosess ved bruk av modeller og samtale rundt disse. PRIMM er et rammeverk til støtte for programmeringsundervisning (Sentance & Waite, 2017), og har i seg selv ikke noe søkelys på naturvitenskap direkte. Likevel ser vi når elevene jobber seg gjennom fasene i PRIMM, at de bruker simuleringen i alle fasene, og at samtalene stort sett dreier seg om det naturfaglige fenomenet. Simuleringen fungerer som en virtuell modell, og er uten tvil innenfor det pedagogiske og didaktiske landskapet for bruk av modellering i undervisning (Gilbert & Justi, 2016). Videre vil jeg argumentere for at PRIMM er en måte å gjøre MBI på, og vil presentere det ut ifra Windschitl et al. (2008) sine fem aspekter for MBI. Dessuten vil jeg også peke på deler som henger sammen med CT ut fra Weintrop et al. (2016) sin taksonomi. Taksonomien er ikke benyttet som et rammeverk til analyse, men er sentral i å belyse sammenhengen mellom utforskende arbeid og programmering.

6.2.1 Testbarhet

Testbarhet handler om å teste noe, en idé eller en hypotese (Windschitl et al., 2008). Resultatene viser at elevene tester ut forslag, idéer og hverandres bidrag. For å kunne teste idéer eller hypoteser må elevene samle inn nødvendig data. I Predict-fasen tar elevene i bruk Weintrop et al. (2016) sin første praksis i CT-taksonomien: datapraksis. Denne praksisen er gjennomgående i flere faser, ettersom data samles hovedsakelig gjennom observasjon av det simulerte fenomenet. Simuleringen gir en visualisering av data som muliggjør identifisering av trender og sammenhenger (Weintrop et al., 2016). Slik identifisering er sentral når elevene arbeider seg gjennom fasene i PRIMM. Fra teorien bak PRIMM og ut ifra resultatene, kan vi se at aspektet til Windschitl et al. (2008), *testbarhet*, strekker seg over Predict- og Run-fasen. I disse to fasene handler mye av arbeidet om å observere og predikere, for så å teste ut prediksjonene, og Weintrop et al. (2016) sine datapraksiser er nødvendig når elevene skal gjøre slikt arbeid. Det må også påpekes at *testbarhet* muligens er å finne i alle fasene der hvor elevene har produktive samtaler, og da spesielt i utforskende samtaler, hvor de utfordrer og tester både simuleringen og hverandres forklaringer. Gjennom språket og samtale tester de ikke bare simuleringen, men også hverandres forståelse. Testbarhet av hverandres forklaringer og forståelse er i tråd med sosiokulturell læringsteori, hvor elevene har mulighet til å fungere som «den mer kunnskapsrike andre» ovenfor sine medelever (Vygotsky, 2001).

6.2.2 Revidering

Elevenes samtaler viser en utvikling av kunnskap i sine forklaringer. Tolkningene som elevene gjør underveis i arbeid med simuleringen er gjenstand for revidering, og når elevene er kommet til Modify-fasen har flere tolkninger av modellen blitt vurdert og revidert underveis gjennom de tidligere fasene. Revideringsaspektet til Windschitl et al. (2008) kan sees i sammenheng med Weintrop et al. (2016) sitt neste steg i taksonomien: modellerings- og simuleringspraksis. Her blir tidligere vurderinger tatt i bruk som en pekepinn på hva simuleringen burde vise, men som den ikke viser (Weintrop et al., 2016).

6.2.3 Utlede

Simuleringen av månefasene kan plasseres innenfor det Windschitl et al. (2008) kaller for en utledende modell, og simuleringen styrker behovet for observasjoner som støtter forklaringer som ikke kommer eksplisitt frem i simuleringen. Tolkningene som elevene uttrykker og som er gjenstand for revidering, er også utledende for videre forklaring av det naturfaglige fenomenet (Windschitl et al., 2008). Dette ser vi i elevenes samtaler også, og da spesielt der hvor Aurora

og Bente diskuterer fenomenet ut ifra simulering og konkret. Utsagnet til Bente: «Ja, men jeg går ut fra simuleringen, ikke sant? Du går ut fra modell, og jeg. Du har riktig. Jeg skal innrømme det», tyder på at konkreten som Aurora bruker er nødvendig for å forstå aspekter ved månefasene som ikke kommer fram i simuleringen. Ulike former for modeller, tredimensjonal eller virtuell i denne sammenheng, har ulike fordeler og ulemper. Ulempene med en virtuell modell med deltakerne i studien er at den kan kreve spesifikke ferdigheter eller kunnskaper som elevene ikke har enda (Gilbert & Justi, 2016). Det er lærliggende å anta at flere elever ville dratt nytte av å bruke tredimensjonal modell i tillegg, som en støtte til den virtuelle simuleringen, og på denne måten støttet elevene i å utlede forklaringer som ikke er direkte observerbare. Ifølge Gilbert & Justi (2016) kan en støtte fra konkreter bidra til at elever bedre visualiserer de tredimensjonale aspektene ved fenomenet i en todimensjonal simulering.

6.2.4 Generativ

Elevenes arbeid med simuleringen gjennom PRIMM har resultert i en generering av spørsmål, ideer og forklaringer. Simuleringen er en avgjørende referanseramme for elevene når de genererer sine spørsmål og forklaringer. Ikke alle fasene inviterer til like mye samtale, og på samme linje da heller ikke til generering av spørsmål og forklaringer. Likevel er det tydelig at PRIMM som en helhet har samtale i fokus, slik som er intensjonen i Sentance et al. (2019) sitt design. Samtalene elevene har underveis i de ulike fasene er med på å generere spørsmålene og forklaringene elevene kommer med.

6.2.5 Forklaring

Det siste aspektet til Windschitl et al. (2008), forklaring, er gjennomgående i PRIMM. Hele undervisningsopplegget legger opp til at elevene skal øve seg i å forklare hva kodene sier, hvordan programmet fungerer og hva simuleringen viser (Sentance et al., 2019). I tillegg er spørsmålene som dukker opp underveis, sammen med mine spørsmål, utløsende for forklaringer som kommer til uttrykk.

6.3 PRIMM som progresjon i programmering, modellering og naturfaglige fenomener

6.3.1 Progresjon i programmering

Taksonomien til Weintrop et al. (2016) har jeg tolket som en progresjon i CT, selv om det ikke er intensjonen bak taksonomien, og videre vil jeg diskutere hvordan PRIMM legger opp til progresjon i programmering. I denne PRIMM-baserte undervisningen har vi arbeidet med de to

første praksisene i taksonomien: datapraksiser og modellerings- og simuleringspraksiser. Den algoritmiske tenkeren fra Udir, sier ikke noe om progresjon, og modellen brukes heller for å se på elementer som er med når elevene arbeider algoritmisk (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Nøkkelbegrepene og arbeidsmåtene fra Udir sin modell finner vi i både PRIMM og i Weintrop et al. (2016) sin taksonomi. Ettersom denne enkeltcasestudien bare gir et lite innblikk i hvordan denne PRIMM-baserte undervisningen foregikk, er det ut fra resultatene nærliggende å anta at videre arbeid med PRIMM vil kunne bidra til at elever jobber seg mot de neste praksisene av Weintrop et al. (2016) sin taksonomi: programmeringsbasert problemløsningspraksis og systemtenkning.

PRIMM legger opp til en progresjon i seg selv i den forstand at lesing og forståelse av koder vektlegges som essensielt for at elevene senere skal kunne programmere noe selv (Sentance et al., 2019). PRIMM viser seg å være svært nyttig når elever ikke har særlige erfaringer og kompetanser rundt programmering og algoritmisk tenkning, ettersom det er rom for å tilpasse koder og spørsmål til elevenes nivå. I denne enkeltcasestudien har det vært nødvendig å introdusere elevene for programmering og programmet Scratch, og det at vi kun har vært innom de fire første fasene av PRIMM og de to første praksisene i Weintrop et al. (2016) sin taksonomi er ikke et nederlag, men heller en god start. Her er det rom for videre arbeid med simuleringen, og ut fra resultatene ser vi at det er potensiale for progresjon hos elevene når det kommer til programmeringsferdigheter. Det er klart ulikt potensiale hos elevene, men en videreførelse av PRIMM-basert undervisning i naturfag kan være med på å utvikle elevenes programmeringsferdigheter og algoritmiske tenkemåter, og støtter i tillegg opp om progresjon til kompetansemål til Vg1 som heter at elevene skal kunne «vurdere og lage programmer som modellerer naturfaglige fenomen» (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 11). Progresjonen i læreplanen er synlig i bytte av ordet «bruke» etter 10.trinn, til å «vurdere og lage» etter Vg1. Læreplanens progresjon synes å ha likhetstrekk med PRIMM-designet til Sentance et al. (2019). Med andre ord er det helt sentralt at elevene evner å bruke simuleringen før de selv kan programmere simuleringer selv.

6.3.2 Progresjon i modellering

MBI og utforskende arbeid er en kontinuerlig prosess, hvor de ulike aspektene og stegene besøkes gjentatte ganger og ikke nødvendigvis i en gitt rekkefølge (Knain & Kolstø, 2011; Windschitl et al., 2008). I denne enkeltcasestudien med PRIMM-basert undervisning har elevene arbeidet med simuleringen på ulike måter, og målet har hele tiden vært at de skal bruke

modellen som kompetansemålet tilsier, og ikke modellere eller simulere noe selv på dette stadiet i undervisningen. De har hatt om månefaser tidligere, og den typiske modellen med en jord, sol og måne er velkjent for elevene fra barneskolen. Gilbert & Justi (2016) beskriver en modelleringsprogresjon som går på det å jobbe med modeller til å modellere, hvor elevene først lærer en tradisjonell skolemodell, bruker modell, reviderer modell, rekonstruerer modell og modellerer. En slik modelleringsprogresjon viser seg å ha store likhetstrekk med PRIMM. Gjennom den PRIMM-baserte undervisningen har elevene tatt i bruk tidligere erfaringer og kunnskaper fra den tradisjonelle skolemodellen om jord, sol og måne og tatt stegene videre til å bruke samme modell gjennom simulering i Scratch. De har brukt, revidert og til en viss grad rekonstruert simuleringen. Ved fortsettelse av PRIMM-basert undervisning vil elevene kunne ha en videre progresjon innen modellering hvor de jobber mer med Modify- og Make-fasen som tilsvarer Gilbert & Justi (2016) sine siste progresjonsnivåer: rekonstruere modell og modellere. Å arbeide med modeller i naturfag kan gi en autentisk utforskning i naturfagundervisningen, og progresjon innen modellering er derfor også sentralt for utforskende arbeid (Windschitl et al., 2008).

6.3.3 Progresjon i naturfag

Opplæring i naturvitenskap handler om å balansere konseptuell, epistemisk og sosial læring, og balansen oppnås når elevene er aktive deltakere og arbeider utforskende (Duschl, 2008). Fra resultatene kan det derfor argumenteres at elevene får øvd seg i alle disse tre inndelingene, ettersom de får øvd seg i forståelse av vitenskapelige prinsipper og begreper rundt månefaser, testing av forståelse og utvikling av kunnskap gjennom sosial læring gjennom PRIMM. Duschl (2008) argumenterer videre at for å oppnå en slik balanse må elevene få utforske naturfaglige fenomener samtidig som de diskuterer og reflekterer, og som vi har sett i analysen av dette aktuelle PRIMM-baserte opplegget, er dette noe elevene får mulighet til. I de ulike fasene får elevene også evaluere og utfordre påstander og argumenter, som hjelper elevene med å utvikle en dypere forståelse av vitenskap og hvordan den fungerer i samfunnet (Duschl, 2008). Dette er spesielt synlig Predict- og Investigate-fasen med de produktive samtalene hvor det er mye utforskende samtale. Elevene utfordrer argumenter, forklaringer og modell. Roth (2002) påpeker likevel at å snakke om naturfag ikke er tilstrekkelig, og at elevene trenger at læreren snakker eksplisitt om naturvitenskapens egenart og utforskning for å faktisk forstå naturfaget og naturvitenskapens egenart. I denne enkeltcasestudien har hovedfokuset vært å la elevene snakke sammen med læringspartner, og kan knyttes til produktive samtaler og den evidens som resultatene gir for at det er utforskning og læring til stede gjennom opplegget. Min rolle som

lærer i denne studien, har vært å sette dem i gang med arbeid og stille støttende spørsmål. Eksplisitt lærersnakk har derfor ikke blitt inkludert i denne studien og jeg vil understreke at det videre er muligheter for fortsettelse av studien og rom for progresjon innen naturfaget ved å inkludere eksplisitt snakk om naturvitenskapens egenart, underveis og i etterkant av PRIMM-basert undervisning.

Å lære om naturfaglige fenomener innebærer at elevene arbeider med NPT, og Haug et al. (2021) sine åtte sentrale praksiser for NPT er praksiser som kommer til syne i resultatene når elevene arbeider med PRIMM. Unntaket er etiske vurderinger. Gjennom arbeid med PRIMM får elevene benyttet Haug et al. (2021) sine praksiser, og i læreplanen for naturfag kan vi finne en progresjon i kompetansemål hvor kompetansemål etter Vg1 blant annet sier at elevene skal kunne «utforske en selvvalgt naturfaglig problemstilling, presentere funn og argumentere for valg av metoder» og «drøfte hvordan utvikling av naturvitenskapelige hypoteser, modeller og teorier bidrar til at vi kan forstå og forklare verden» (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 11). Å arbeide med NPT er derfor sentralt for progresjonen i faget. Resultatene viser at elevene utforsker naturfaglige fenomener når de arbeider seg gjennom PRIMM-fasene i dette undervisningsopplegget, og det kan argumenteres at PRIMM, i tillegg til å være en støttestruktur for utforskende arbeid, også kan støtte elevens progresjon i naturfaget om eksplisitt lærersnakk blir inkludert. Eksplisitt lærersnakk kan hjelpe elevene til å utvikle forståelse for naturvitenskapens egenart, som inkluderer utforskning og kritisk tenkning, som er i tråd med både det Roth (2002) og Haug et al. (2021) trekker frem som viktig i arbeid med NPT.

6.4 PRIMM som et verktøy i undervisning

I PRIMM-basert undervisning er rettesnorene mediering gjennom språk, flytte læring til det kognitive planet gjennom det sosiale planet, og arbeide i tråd med sosiokulturell læringsteori (Sentance et al., 2019). Når elevene arbeider med simuleringen i dette opplegget, får de gjennom språk og samtale satt ord på sin konseptuelle forståelse. Dette er trekk som Roth (2002) og Lemke (1990) mener er fruktbare prosesser. Resultatene viser at de gjennom de produktive samtalene utvikler sin konseptuelle forståelse ved kumulativ og utforskende samtale. I tillegg viser individuell og kollektiv dimensjon interessant innhold i samtalene, hvor kunnskapen og tankeprosesser synliggjøres. Når elevene uttrykker sin forståelse til læringspartner, kan det oppstå kognitive konflikter og elevene kan kjenne på et ektefølt behov for å endre ideene sine

(Korsager, 2018a; Roth, 2002). I tillegg får elevene øvd seg på å samtale innenfor et tematisk mønster som Lemke (1990) mener kan hjelpe dem å få en bedre forståelse for det naturfaglige fenomenet. Fra resultatene ser vi også at elevene får mulighet til å jobbe med programmet på sitt nivå og PRIMM kan fungere som en inngangsport for elever som ikke har programmert før, hvor de lærer det mest grunnleggende for å kunne ha en videre progresjon. Videre kommer det frem i resultatene at de får øve seg i sosiale og digitale ferdigheter, og PRIMM kan argumenteres for å være et nyttig verktøy for elevene som støtter konseptuell, epistemisk og sosial læring.

For læreren som underviser gjennom PRIMM, kan resultatene tyde på at PRIMM er nyttig i kartlegging av elevers misoppfatninger og synliggjøring av elevenes tenkning, gjennom gradvis og systematisk arbeid gjennom oppgaven. Det forekommer misoppfatninger blant elevene i denne enkeltcasestudien, og det er nærliggende å anta at det er vanlige misoppfatninger som gjerne flere elever sitter på. Det er et behov for at læreren tar tak i misoppfatningene og støtter elevene i den utforskende prosessen.

I tillegg er det slik at PRIMM i utgangspunktet er et verktøy for lærere, som et rammeverk som lærere skal kunne benytte seg av i planlegging og gjennomføring av programmeringsundervisning (Sentance & Waite, 2021). Som nevnt tidligere er PRIMM basert på sosiokulturell læringsteori, og i den anledning må læreren lage grupper som skal arbeide sammen. Resultatene viser ulikheter i gruppedynamikken på de ulike gruppene og viser at Gruppe 1 har en dynamikk som ligner mer på collaboration frem for cooperation, mens Gruppe 2 heller mer mot cooperation. Ut ifra Dillenbourg (1999) sine definisjoner kan resultatene tyde på at collaboration synes å være mest til stede i de produktive samtale, hvor elevene diskuterer og sammen finner en forklaring. De uproductive samtale heller mer mot cooperation. Funnene tyder da på at best samarbeid mellom elevene er i Predict- og Investigate-fasen, mens Run- og Modify-fasen er faser hvor elevene ikke samarbeider like godt. Samarbeid og samtale mellom elevene på gruppa er essensielt for sosiokulturell læringsteori og PRIMM, og ved gjennomførelse av PRIMM kan læreren få et viktig innblikk i gruppedynamikkene og revidere gruppesammensetningene deretter for best mulig utforskning og læring for samtlige elever.

PRIMM er en generell tilnærming til å jobbe med programmering, men det som er spennende i denne oppgaven er å ha sett hvordan det kan brukes i naturfag. Vi har sett at PRIMM kan

fungere som et verktøy for å tilrettelegge for bruk av programmering som et utgangspunkt for utforsking og samtale. De slående misoppfatningene som forekommer i resultatene er sannsynligvis misoppfatninger som ikke oppstår på grunn av PRIMM-basert undervisning, men som elevene innehar fra tidligere, men som nå kommer til syne. PRIMM kan nesten sies å være en måte som tvinger elevene til å tenke mer konkret rundt det naturfaglige fenomenet og øver dem i å sette ord på sine forståelser.

6.5 Funn sammenlignet med tidligere forskning

Funn fra tidligere studier pekte blant annet på at modellbasert utforsking kan gi elevene bedre naturvitenskapelige kunnskaper, og at datasimulering inkludert i tradisjonell undervisning, sammen med støtte og veiledning fra lærer, kan gi økt læringsutbytte og en dypere forståelse for naturvitenskapens egenart (Chang et al., 2020; Ogan-Bekiroğlu & Arslan, 2014; Rutten et al., 2012; Smetana & Bell, 2012; Wang et al., 2015). Denne studien drøfter PRIMM som en mulig måte å drive modellbasert utforsking, og fra resultatene kommer det frem at de utforsker i arbeid med simuleringen. Det kan derfor argumenteres at PRIMM kan være en måte å drive utforskende undervisning i naturfag, både med tanke på kompetansemål som innebærer programmering, men også andre kompetansemål hvor programmering ikke er et krav. Videre ser vi fra tidligere studier at støtte og veiledning fra læreren vektlegges i henhold til elevenes læring, utforsking og forståelse (Roth, 2002; Rutten et al., 2012; Smetana & Bell, 2012; Vygotsky, 2001).

6.6 Praktiske betydninger

I kompetansemålet etter 10.trinn står det at elevene skal kunne bruke programmering til å utforske naturfaglige fenomener, og det er nettopp det jeg har prøvd å belyse gjennom oppgaven. Hvordan elevene utforsker det naturfaglige fenomenet månefasen er presentert i resultatdelen, og videre i diskusjonskapittelet har jeg pekt ytterligere på hvordan de har utforsket mens de har arbeidet med månefasene. Det kan diskuteres om programmering har gått på bekostning av naturfag eller omvendt, men jeg vil argumentere for at dette ikke er tilfellet i denne enkeltcasestudien. Isteden har programmering, eller mer presist: PRIMM, vært et svært nyttig verktøy for å få elevene til å snakke om og utforske månefasen. Om elevene kan sies å ha utforsket aspekter ved programmering er ikke hensikten med denne oppgaven og vil derfor ikke bli diskutert. Men en slik diskusjon vil være interessant og relevant for tema, og vil være et naturlig element i videre studier rundt programmering og utforsking.

For læreren som underviser om naturfaglige fenomener gjennom PRIMM er det flere elementer som viser seg å ha implikasjoner på undervisningen. Det mest fremtredende er muligens elevenes misoppfatninger. Misoppfatningene som forekommer i datamaterialet er slående, men de ble ikke oppdaget da de ble satt ord på. Misoppfatningene ble først oppdaget ved transkribering. Utfordringen for læreren blir her å oppdage disse misoppfatningene mens de skjer. For å gjøre dette kan læreren blant annet legge opp til «check points» i klasseromssamtale mellom hver fase, hvor læreren hører fra hver gruppe hva de har snakket om og om andre grupper har snakket om det samme. På denne måten kan læreren i større grad kartlegge elevenes kompetanse, forståelse og misoppfatninger, og er i tråd med formativ undervisningsvurdering som gir nyttig informasjon til læreren for videre strukturering, tilpasning og gjennomførelse av undervisningen. Å ha «check points» mellom hver faser faller naturlig i PRIMM-rammeverket, hvor elevene da får og gir oppsummering av hver fase før de begir seg ut på neste. Det må likevel også påpekes at ved videre undervisning i PRIMM, og da spesielt ved Modify- og Make-fasen, vil nok de foregående fasene besøkes på nytt, og er i likhet med utforskende arbeid en gjentakende prosess. I tillegg til å ha «check points» mellom fasene, vil det også være viktig at læreren beveger seg mellom elevgruppene for å få mest mulig oversikt over hva de arbeider med og hvordan de arbeider, slik at læreren kan støtte elevene og tilpasse undervisningen der det trengs.

Den neste implikasjonen er gruppedynamikk. Vi så fra resultatene at det var ulikheter mellom gruppene, både hvordan de snakket sammen og hva de snakket om. Det vil være viktig at læreren tenker gjennom elevsammensetningen når gruppene lages. Det ble ikke gjort særlige vurderinger i denne enkeltcasestudien ettersom det kun var fire elever i klassen som hadde gitt samtykke. I vanlig kontekst vil læreren ha bedre muligheter enn i denne enkeltcasestudien til å sette sammen grupper som kan jobbe godt sammen. Videre kan det også tenkes at en fremvisning av elevenes simuleringer etter Make-fasen kan fungere som en motivasjon for elevene, dersom den kreative skapelsesprosessen ikke er motiverende i seg selv for elevene.

6.7 Studiens begrensninger

Jeg har gjennomgående pekt på aspekter ved denne enkeltcasestudien som kanskje kunne vært annerledes, og disse aspektene handler i hovedsak om å inkludere læreren i studien og å få rikere data med video. Med disse aspektene inkludert i det som er undersøkt i denne

enkeltcasestudien, vil vi kunne få et riktigere bilde av hvordan elevene arbeider når de utforsker månefasene gjennom programmering, og hva læreren har å si for elevene og deres læringsutbytte i en slik prosess. Dessuten finnes det andre analyserammeverk som andre kanskje ville benyttet til fordel for Bungum et al. (2018) og Knain & Kolstø (2011).

Som nevnt innledningsvis er denne oppgaven kun beskrivende for hvordan utforsking av naturfaglige fenomener gjennom programmering kan foregå, og derfor vil den svakheten om manglende generaliserbarhet ikke veie tungt. Masteroppgaven ser på en enkeltcase og funnene vil kun gjelde for denne spesifikke konteksten og casen oppgaven tar for seg. Selv om resultatet ikke formelt er generaliserbart, vil den likevel kunne inngå i den kollektive vitenskapsakkumuleringen på det gitte feltet (Flyvbjerg, 2010). De andre svakhetene som går på forskerens forforståelse og subjektivitet, vil selvsagt ha farget denne studien. Mine kunnskaper om didaktikk, programmering og naturfaglig kompetanse har blitt en del av studiens kontekst, men jeg har forsøkt å påvirke elevene minst mulig.

I denne enkeltcasestudien har jeg ikke vært en støttende og veiledende lærer ettersom jeg ønsket å fange opp hvordan elevene snakket seg imellom og hva de snakket om. Jeg ville i minst mulig grad påvirke datamaterialet og få så «rå» elevdata som mulig. Det er verdt å stille spørsmålet om masteroppgaven hadde gitt et bedre bilde på elevenes utforsking i klasserommet om jeg heller hadde valgt å få en annen lærer til å gjennomføre opplegget, for videre å analysere både lærere og elever. Fra resultatene, da spesielt der hvor misoppfatningene kommer til syne, er det tydelig et behov for veiledning fra en lærer. Hvor godt læringsutbytte og hvor god forståelse elevene fikk for programmering og for naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter er vanskelig å fastslå. Det har dog ikke vært masteroppgavens hensikt å ta for seg disse spørsmålene. Funnene tyder på et behov for videre undersøkelser av hvordan elevene, sammen med støtte og veiledning fra lærer, utforsker når de bruker programmering.

7.0 Konklusjon

Hensikten med denne masteroppgaven har vært å undersøke hvilke måter PRIMM tilrettelegger for utforskning i naturfag. Studien har vist at det er potensialer for PRIMM som et nyttig rammeverk for planlegging av undervisning hvor datasimulering inkluderes. Videre har studien vist at aspektene fra MBI er å finne når elevene arbeider seg gjennom PRIMM-basert undervisning, og at elevene får utforske i alle fasene ved bruk av simuleringen. Simuleringen spiller en sentral rolle i elevenes utforskende arbeid. Å arbeide innenfor naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter er en sosial prosess, og PRIMM legger opp til språk og samtale, og det at de utforsker når de arbeider sammen med medelever i det gjeldende undervisningsopplegget er i bunn og grunn kanskje ikke så overraskende. Elevene arbeider i tråd med naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, og i lys av MBI får de også med seg naturvitenskapens tenkemåter, ikke bare praksisene. Som påpekt i diskusjonen må lærerens rolle inkluderes for videre studier, ettersom læreren er en viktig støttespiller for elevene i en utforskende prosess. Elevenes samarbeid i programmering er også et element som kan undersøkes ytterligere.

Litteraturliste

- Bakken, J. & Andersson-Bakken, E. (2021). Innholdsanalyse. I C. Dalland & E. Andersson-Bakken (Red.), *Metoder i klasseromsforskning: forskningsdesign, datainnsamling og analyse*. Universitetsforlaget.
- Blikstad-Balas, M. & Dalland, C. P. (2021). Forskningsdesign - hva må du tenke på når du skal planlegge et forskningsprosjekt? I E. Andersson-Bakken & C. P. Dalland (Red.), *Metoder i klasseromsforskning - forskningsdesign, datainnsamling og analyse*. Universitetsforlaget.
- Bungum, B., Bøe, M. V. & Henriksen, E. K. (2018). Quantum talk: How small-group discussions may enhance students' understanding in quantum physics. *Science Education*, 102(4), 856-877.
- Chang, C.-J., Liu, C.-C., Wen, C.-T., Tseng, L.-W., Chang, H.-Y., Chang, M.-H., Chiang, S.-H. F., Hwang, F.-K. & Yang, C.-W. (2020). The impact of light-weight inquiry with computer simulations on science learning in classrooms. *Computers & education*, 146, 103770.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? I P. Dillenbourg (Red.), *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (s. 1-19). Oxford: Elsevier. <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190240>
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of research in education*, 32(1), 268-291.
- Fintland, J. & Hamre, T. (2022). *Learning by Minecrafting-En studie av Minecrafts rolle i undervisning* [OsloMet-Storbyuniversitetet].
- Flyvbjerg, B. (2010). Fem misforståelser om casestudiet. I S. Binkmann & L. Tanggaard (Red.), *Kvalitative metoder* (s. 463-487). Hans Reitzels Forlag.
- Gilbert, J. K. & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education* (Bd. 9). Springer.
- Haug, B. S. & Mork, S. M. (2021). *Nøkkelbegreper i utforskende arbeid*. Universitetsforlaget.
- Haug, B. S., Sørborg, Ø., Mork, S. M. & Frøyland, M. (2021). Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter—på vei mot et tolkningsfellesskap: Scientific practices—towards a common understanding. *Nordic Studies in Science Education*, 17(3), 293-310.
- Hsieh, H.-F. & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative health reasearch*, 15(9), 1277-1288.
<https://doi.org/10.1177/1049732305276687>

- Knain, E. & Kolstø, S. D. (2011). Utforskende arbeidsmåter - en oversikt. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Korsager, M. (2018a). Elevsamtaler som skaper faglig læring. *Naturfag*, (1), 70-71.
- Korsager, M. (2018b). Utforskende undervisning og arbeidsmåter - en introduksjon. *Naturfag*, (1), 82-84.
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Verdier og prinsipper for grunnskoleopplæringen - overordnet del av læreplanverket*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnoppleringen/id2570003/>
- Kunnskapsdepartementet. (2018). Retningslinjer for utforming av nasjonale og samiske læreplaner for fag i LK20 og LK20S.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/3d659278ae55449f9d8373fff5de4f65/retningslinjer-for-utforming-av-nasjonale-og-samiske-lareplaner-for-fag-i-lk20-og-lk20s-fastsatt-av-kd.pdf>
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J. & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1).
<https://doi.org/10.1145/1929887.1929902>
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. ERIC.
- Ludvigsen, S. & Arnseth, H. C. (2017). Computer-Supported Collaborative Learning. I E. Duval, M. Sharples & R. Sutherland (Red.), *Technology Enhanced Learning: Research Themes* (s. 47-58). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-02600-8_5
- Meld.st. nr. 28. (2015-16). *Fag - Fordypning - Forståelse - En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/?ch=1>
- Mercer, N. (2004). Sociocultural discourse analysis: analysing classroom talk as a social mode of thinking. *Journal of Applied Linguistics*, 1(2), 137-168.
<https://doi.org/10.1558/japl.2004.1.2.137>
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British educational research journal*, 30(3), 359-377.
- Nardi, P. M. (2018). Designing Research - Concepts, Hypotheses, and Measurement. I *Doing survey research: a guide to quantitative methods* (4. utg.). Routledge.

- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- NOU 2015:8. (2015). *Fremtidens skole - Fornyelse av fag og kompetanser*. Kunnskapsdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/da148fec8c4a4ab88daa8b677a700292/no/pdfs/nou201520150008000dddpdfs.pdf>
- Ogan-Bekiroğlu, F. & Arslan, A. (2014). Examination of the effects of model-based inquiry on students' outcomes: Scientific process skills and conceptual knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 141, 1187-1191.
- Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (LOV-1998-07-17-61)*. https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61/KAPITTEL_11
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen* (1. utg., Bd. 1). Cappelen Damm Akademisk.
- Primmportal. (2018). [Digital]. [What is PRIMM]. WordPress, Primmportal.
<https://primmportal.com>
- Roth, K. J. (2002). Talking to understand science. I J. Brophy (Red.), *Social Constructivist Teaching: Affordances and Constraints* (Bd. 9, s. 197-262) (Advances in Research on Teaching). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S1479-3687\(02\)80009-8](https://doi.org/10.1016/S1479-3687(02)80009-8)
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R. & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & education*, 58(1), 136-153.
- Sentance, S. & Waite, J. (2017). PRIMM: Exploring pedagogical approaches for teaching text-based programming in school. Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education,
- Sentance, S. & Waite, J. (2021). Teachers' Perspectives on Talk in the Programming Classroom: Language as a Mediator. Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research,
- Sentance, S., Waite, J. & Kallia, M. (2019). Teaching computer programming with PRIMM: a sociocultural perspective. *Computer Science Education*, 29(2-3), 136-176.
<https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1608781>
- Sevik, K. (2016). Programmering i skolen. (2).
https://www.udir.no/globalassets/filer/programmering_i_skolen.pdf
- Skår, A. R. (2018). Å kommunisere med modellar. *Naturfag*, (1), 76-77.

- Smetana, L. K. & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of science education*, 34(9), 1337-1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Stahl, G., Koschmann, T. & Suthers, D. (2014). Computer-Supported Collaborative Learning. I R. K. Sawyer (Red.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2. utg., s. 479-500) (Cambridge Handbooks in Psychology). Cambridge University Press. [https://doi.org/DOI: 10.1017/CBO9781139519526.029](https://doi.org/DOI:10.1017/CBO9781139519526.029)
- Säljö, R. (2001). *Læring i praksis - Et sosiokulturelt perspektiv*. Cappelen akademisk forlag.
- Utdanningsdirektoratet. (2019a). *Algoritmisk tenkning*. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/algoritmisk-tenkning/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019b). *Om algoritmisk tenkning og programmering*. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/nasjonale-satsinger/den-teknologiske-skolesekken/om-algoritmisk-tenking-og-programmering/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Vygotsky, L. (2001). Interaksjon mellom læring og utvikling. I E. L. Dale (Red.), *Om utdanning: klassiske tekster* (s. 151-165). Gyldendal akademisk.
- Wang, J., Guo, D. & Jou, M. (2015). A study on the effects of model-based inquiry pedagogy on students' inquiry skills in a virtual physics lab. *Computers in Human Behavior*, 49, 658-669.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of science education and technology*, 25(1). <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *ACM*, 49(3). <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Yin, R. K. (2016). *Qualitative Research from Start to Finish* (2. utg.). The Guilford Press.

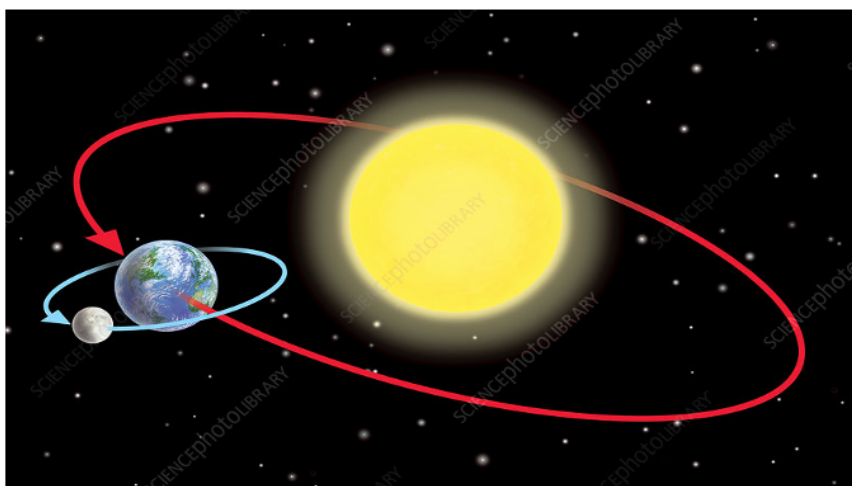
Vedlegg 1

Undervisning og datainnsamling

Temaet for undervisningen var månefaser, og elevene skulle bruke et program som var laget i Scratch til å forklare og undersøke månefaser. Selve undervisningsopplegget tar utgangspunkt i undervisning som ble gjennomført i naturfagundervisningen på lærerstudiet, hvor vi lærerstudenter var «elever». Dette undervisningsopplegget på studiet var utarbeidet i tråd med PRIMM og for å bruke dette undervisningsopplegget til datainnsamling på 8. trinn måtte noen tilpasninger gjøres. Jeg vil videre nå gå innom hvert av stadiene i PRIMM og vise hva som var intensjonen i undervisningsøktene på 8. trinn.

Økt 1

Jeg startet økten med å introdusere meg selv, og uttrykte takknemlighet for å få lov til å være der og at de ville hjelpe meg med oppgaven. Videre gikk jeg gjennom hva jeg ønsket å samle inn av data (lydopptak og arbeid i Scratch), og at det er forståelig om de synes det er litt ubehagelig med opptak og at ingen liker å høre sin egen stemme. Understrekte at de ikke skal høre seg selv, og at det nå bare var jeg som skulle høre på det de snakket om. Det ble rom for å stille spørsmål før vi satt i gang med undervisning og utplassering av diktafoner. Mens jeg gikk rundt til parene som hadde gitt samtykke og satte opp diktafonene, hadde jeg oppe følgende bilde på powerpoint og ba elevene tenke og snakke sammen om hva de ser og hva de tenker på da de så bildet.

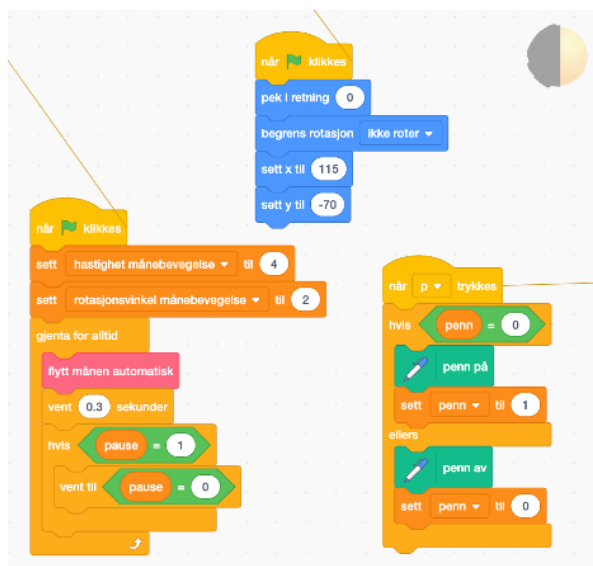


Et av kompetansemålene etter 7. trinn er at elevene skal kunne beskrive og visualisere hvordan døgnet, månefaser og årstider oppstår, og samtale om hvordan dette påvirker livet på

jorda (Utdanningsdirektoratet, 2020). Månefaser er med andre ord ikke noe nytt for elevene på 8.trinn, noe som var litt sentralt med tanke på at programmering er litt ukjent for elevene. Jeg ville ikke at alt skulle være nytt og vanskelig. Vi snakket om bildet og det kom ulike innspill fra elevene. Jeg stilte noen oppfølgingsspørsmål der det passet og peilet oss videre inn på månefaser. Jeg viste dem en månefasesimulering fra NASA sine nettsider. Det kom noen lyder fra klasserommet som kunne tolkes som om de synes den var kul og spennende. Jeg skrudde av lyset slik at klasserommet var mørkt og månen lyste opp. Jeg stanset simuleringen på ny-, ne- og halvmåne og spurte klassen om de visste hvilken fase de så på simuleringen. Det var ikke mye svar å få, som ikke gjorde noe ettersom vi skulle ta et dypdykk inn i månefasene gjennom Scratch.

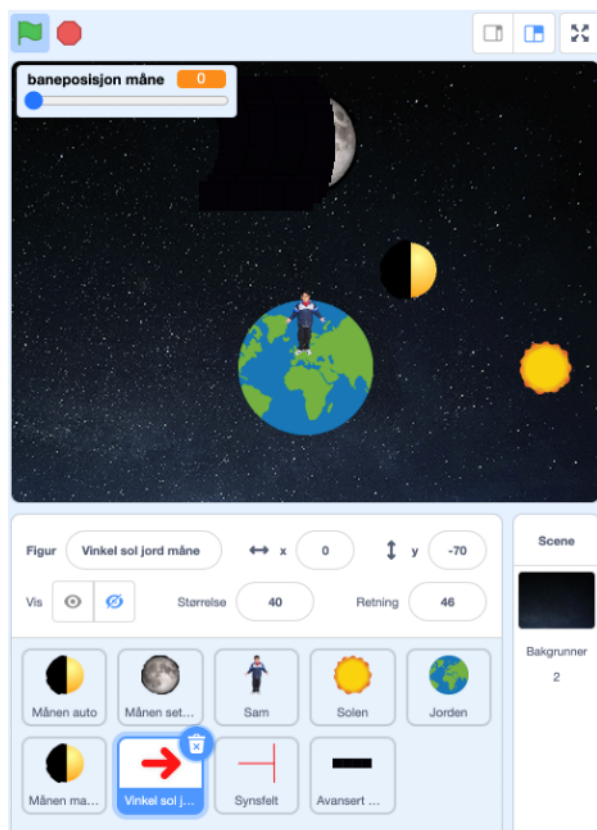
Predict

Før vi kunne bruke programmering til å utforske månefasene, var det en sentral del av undervisningen å gå gjennom programkodene. Elevene må kunne lese kodene før de i de hele tatt kan bruke og/eller lage noe selv. Elevene skulle gå inn på et prosjekt i Scratch å forsøke å forklare til hverandre hva kodene i programmet sier at de ulike objektene skal gjøre. De skulle skrive kommentarbokser til kodene og si noe om hva koden gjør. Dette prosjektet ble ikke lagret og ettersendt til meg. Men kodene var korte, enkle, og det de skrev i kommentarboksene sine har de også sagt på lydopptak. Videre viste jeg dem lengre og mer avanserte koder fra programmet de skulle bruke senere. Vi gikk gjennom disse tre kodene:



Her presiserte jeg at kodene de ser på bildet styrer objektet oppe i høyre hjørne. Vi tok for oss én kode om gangen. Jeg kjørte nok en tenk-par-del på hver kode, og har enda ikke hørt på hva elevene snakket om sammen. Jeg opplevde det som at elevene syntes det var uvant og litt

utfordrende å lese kodene. Det virket til at noen elever skjønnte noe av koden, altså noen blokker, men ikke nødvendigvis sammensetningen av blokkene (altså hele koden). Etter at vi hadde snakket sammen om hva kodene sier at denne figuren skal gjøre viste jeg dem et bilde fra programmet de skulle jobbe med i Scratch:



Jeg spurte dem hva de forventet at kodene til de ulike delene gjør og hva de forventer å se når de starter programmet. Elevene forholdt seg ikke noe særlig til de nederste objektene. Kanskje fordi de ikke var umiddelbart forståelige og sånn sett «usynlige» i deres forventninger om hva som skulle vises i programmet.

Run

Etter at vi var kommet oss gjennom «Predict» skulle elevene selv få gå inn i programmet og se hva de ulike kodene gjør, og se om kodene gjør de de trodde de skulle. De kjørte programmet resten av timen (husker ikke hvor lenge det var igjen da vi begynte på dette, men det hører jeg på

lydopptakene senere).

Økt 2

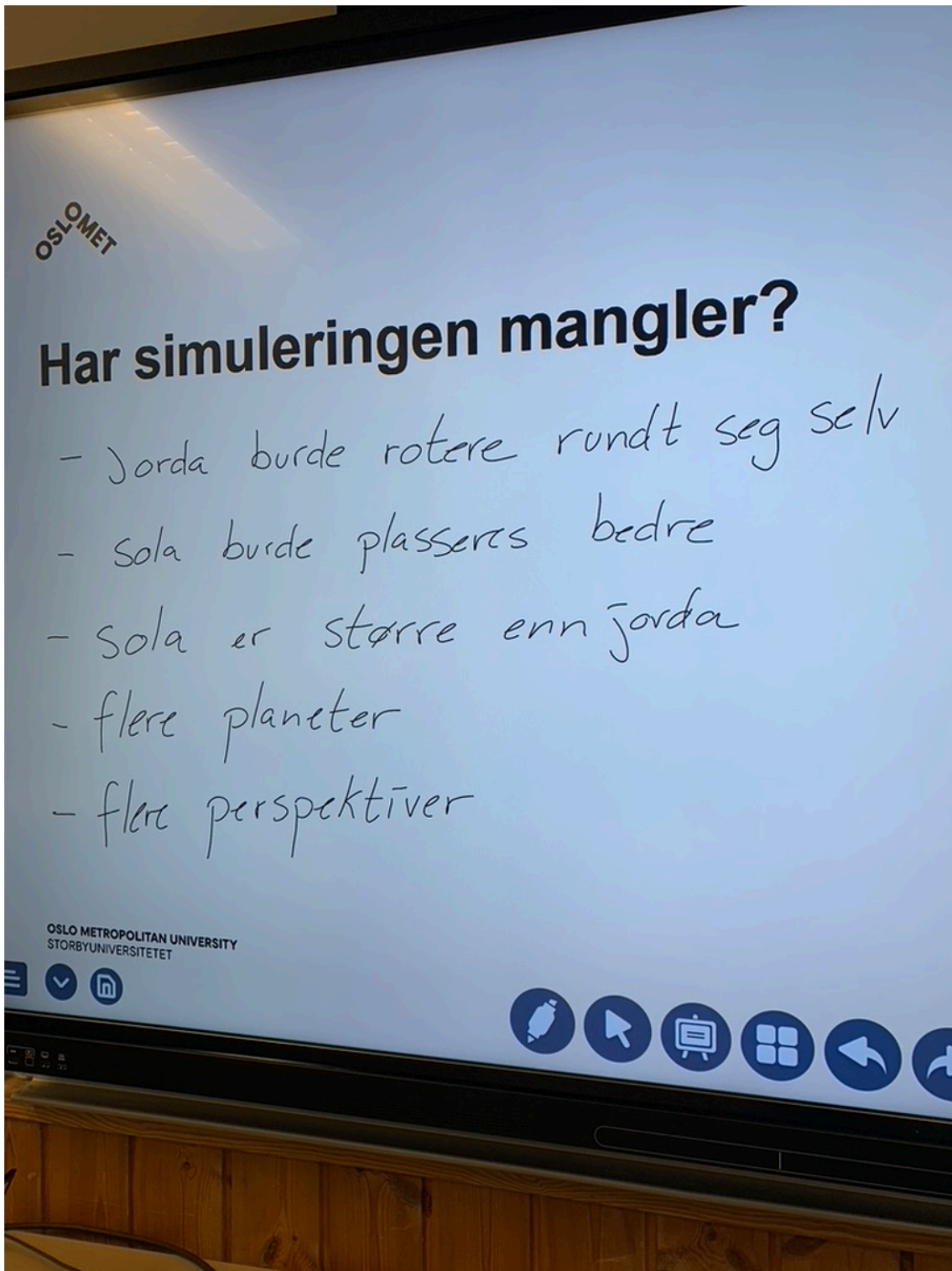
Investigate

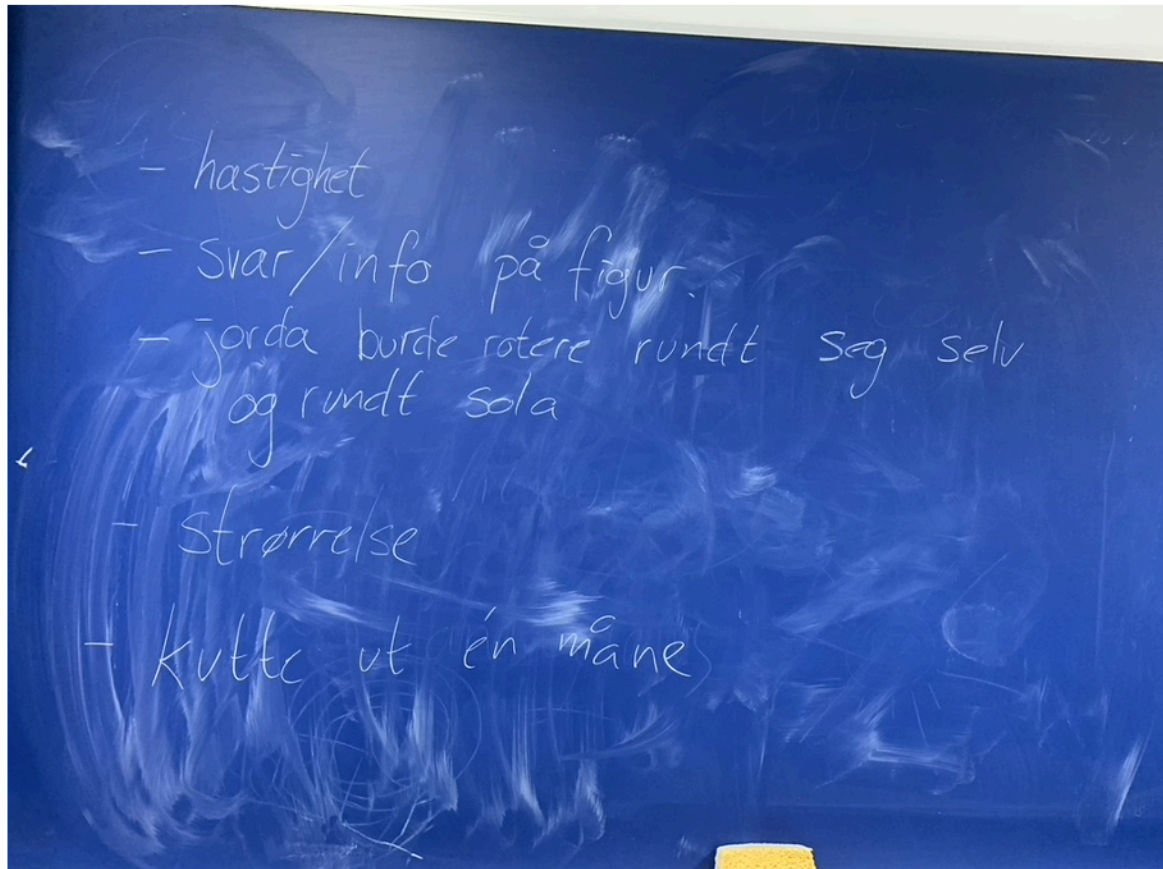
Elevene hadde ikke egne spørsmål så jeg hadde disse fremme på tavla:

- Hvorfor har vi ikke alltid fullmåne?
- Hvorfor har vi månefaser?
- Er det alltid den samme siden av månen vi ser?
- Hvorfor har vi ikke solformørkelse og måneformørkelse hver måned?

Elevene fikk 20-30 min til å bruke programmet til å forsøke å svare på dem. Jeg erfarte at 30 min var litt for lenge. Det var meningen at elevene skulle erfare at de ikke kunne bruke

programmet til å svare på alle spørsmålene, og vi gikk med det videre til å diskutere om programmet hadde noen mangler. Her kom det frem gode forslag i begge klassene.





Modify

Vi bevegde oss videre inn i en «modify light» hvor jeg ba elevene om å skrive pseudokoder i kommentarbokser på det objektet de ønsket å modifisere. Jeg har sett litt raskt gjennom elevarbeidene og det er litt forskjellig som ligger der. Det er kun noen få som har skrevet pseudokoder/kommentarer i kommentarbokser. Videre er det andre som ikke har skrevet kommentarbokser, men som har gjort endringer. Så er det også noen som har gjort noen «ufaglige» endringer som eksempelvis å bytte ut spritene/objektene med nye objekter. Kan jeg diskutere om de har hoppet «modify» og har gått videre på en selvstendig måte, uten et åpenbart mål om å forbedre simuleringen? De har heller kanskje utforsket Scratch i større grad enn det naturfaglige.

Make

Dette stadiet rakk vi ikke på to timer. Vi hadde ikke tid, og elevene hadde ikke tilstrekkelig med kunnskaper til å modifisere programmet i stor nok grad.