

Ingrid Oline Berggård  
Tora Amalie Killingberg

## Programmering og matematisk samtale - hånd i hånd

En kasusstudie om to matematikklæreres bruk av undervisningspraksiser i programmering og den matematiske samtalen i undervisning med programmeringsaktiviteten Emil

Masteroppgave i Matematikdidaktikk 1-7

Veileder: Iveta Kohanova

Mai 2020



Ingrid Oline Berggård  
Tora Amalie Killingberg

## **Programmering og matematisk samtale - hånd i hånd**

En kasusstudie om to matematikklæreres bruk av undervisningspraksiser i programmering og den matematiske samtalen i undervisning med programmeringsaktiviteten Emil

Masteroppgave i Matematikdidaktikk 1-7  
Veileder: Iveta Kohanova  
Mai 2020

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



Kunnskap for en bedre verden



# Sammendrag

Elevene i dagens skole skal være med å sette preg på fremtidens samfunn, hvor det er flere jobber som krever forståelse for teknologi. Programmering kan hjelpe oss med å forstå teknologiens muligheter og begrensinger (Nygård, 2018), og har fått plass i læreplanen for matematikk som skal tas i bruk fra høsten 2020. I læreplanen beskrives det at programmering skal brukes som et verktøy i problemløsning og utforskning i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019c).

Hensikten med vår studie er å undersøke hvordan man som lærer kan undervise i programmering, ved bruk av den matematiske samtalen. For å undersøke programmering i klasserommet har vi tatt i bruk et rammeverk som omhandler fem undervisningspraksiser i programmering, utviklet av Benton, Hoyles, Kalaš og Noss (2016; 2017), som kalles de 5E'ene. Vi så tidlig sammenhenger mellom programmeringsaktiviteten som vi har valgt å undersøke (Emil) og matematisk samtale, hvor sistnevnte er sentral i matematikkundervisning. På bakgrunn av dette valgte vi også å ta i bruk et rammeverk som omhandler den matematiske samtalen, utviklet av Chapin, O'Connor og Anderson (2013).

Problemstillingen i vår studie er derfor å undersøke om det finnes noen sammenhenger mellom undervisningspraksisene i programmering og den matematiske samtalen i matematikkundervisning i programmering på barnetrinnet. For å gjøre dette vil vi belyse følgende forskningsspørsmål:

- 1. På hvilken måte kommer undervisningspraksiser i programmering til syne i matematikkundervisning med Emil?*
- 2. På hvilken måte kommer den matematiske samtalen til syne i matematikkundervisning i programmering med Emil?*

For å undersøke forskningsspørsmålene og problemstillingen gjennomførte vi en kasestudie med intervju og observasjon av to lærere. Vi observerte to undervisningstimer hos hver av lærerne, og intervjuet dem før og etter den andre undervisningstimen. Slik fikk vi se både hvordan lærerne gjennomførte undervisning i programmering, og hvorfor de gjorde det slik. I analysen av datamaterialet tok vi i bruk de to rammeverkene. Data fra observasjon ble kodet ved bruk av rammeverkene og data fra intervju ble tematisert med bakgrunn i rammeverkene.

Resultatet fra datainnsamlingen viste at begge rammeverkene kom til syne i undervisningen og at noen deler av rammeverkene var mer til stede enn andre. Hovedfunnene fra studien er at man kan ta i bruk matematisk samtale i programmeringsundervisning, og at den har en naturlig plass i undervisning med programmeringsaktiviteten Emil. Dette så vi ved at det var flere sammenhenger mellom de to rammeverkene vi tok i bruk i studien. Samarbeid, spørsmål fra lærer og det å få elevene til å dele egne og engasjere seg i andres ideer, viste seg å være tydelige sammenhenger mellom programmeringsaktiviteten Emil, undervisningspraksisene i programmering og matematisk samtale. Denne studien, med dens funn, kan være en støtte for lærere som skal undervise i programmering på barnetrinnet.

# Abstract

Pupils in today's school are going to be a part of shaping the future society, where there are several jobs that require an understanding of technology. Programming can help us understand the possibilities and limitations of technology (Nygård, 2018), and has been included in the mathematics curriculum which is going to be implemented from autumn 2020. The curriculum describes that programming should be used as a tool in problem solving and exploration in mathematics (Utdanningsdirektoratet, 2019c).

The purpose of our thesis is to study how a teacher can teach programming, using the mathematical conversation. To study programming in the classroom, we have adopted a framework of five teaching practices in programming developed by Benton, Hoyles, Kalaš and Noss (2016; 2017), which are called the 5Es. Early in the thesis we saw connections between the programming activity that we have chosen to study (Emil) and mathematical conversation, where the latter is central in mathematics teaching. Based on this, we also chose to apply a framework for mathematical conversation, developed by Chapin, O'Connor and Anderson (2013).

The research problem in our thesis is therefore to study whether there are any relations between the teaching practices in programming and the mathematical conversation in mathematics teaching in programming in primary school. To do this, we will shed light on the following research questions:

1. *In what way does teaching practices in programming appear in mathematics teaching with Emil?*
2. *In what way does the mathematical conversation appear in mathematics teaching in programming with Emil?*

To study the research questions and the problem of this thesis, we conducted a case study with interview and observation of two teachers. We observed two lessons with both the teachers and interviewed them before and after the second lesson. In this way, we got to see both how the teachers carried out their teaching in programming and why they did it. In the analysis of the data we used both the frameworks. Data from the observation were coded using the frameworks and data from the interview were thematized based on the frameworks.

The results from the data collection revealed that the frameworks did appear in both the teachers lessons, and that some of the parts in the frameworks were more present than others. The main findings of the thesis was that mathematical conversation can be used in teaching with programming, and that it has a natural place in teaching with the programming activity Emil. These findings became clear because there were several relations between the two frameworks we used in the thesis. Collaboration, teacher questions and getting students to share their own and engage in other pupils' ideas, proved to be clear connections between the programming activity Emil, the teaching practices in programming and mathematical conversation. This thesis, with its findings, may be a support for teachers who will teach programming in primary school.

# Forord

Vi var ikke helt sikre på hva vi ønsket å skrive masteroppgave om, men hadde et ønske om å undersøke hvordan man kan bruke teknologi i matematikkundervisning på barnetrinnet. Vi fikk etter hvert tilbud om å skrive om programmeringsaktiviteten Emil. Programmering var ikke noe vi var kjent med fra før, men vi syntes dette hørtet interessant ut. Programmering blir en del av den nye læreplanen i matematikk fra høsten 2020, og derfor tenkte vi at det kunne være både spennende og viktig å undersøke nettopp hvordan lærere underviser i programmering. Masteroppgaven har bydd på utfordringer, men vi har kommet oss gjennom dem sammen. Etter å ha arbeidet med denne masteroppgaven i over et år, sitter vi igjen med ny kunnskap og erfaring som vil ha betydning for vår fremtid som lærere.

I forbindelse med arbeidet med denne masteroppgaven er det flere vi ønsker å takke. Først og fremst vil vi takke vår kjære veileder, Iveta Kohanova, for all god veiledning og konstruktive råd. Takk for at du har vært tilgjengelig for små og store spørsmål til enhver tid. Din kunnskap, dine råd og ditt engasjement har vært av stor betydning i alle deler av arbeidet med denne masteroppgaven.

Vi ønsker også å takke Ivan Kalaš, som inspirerte oss og veiledet oss i arbeidet, i forbindelse med at han har vært med å utvikle programmeringsaktiviteten Emil. Vi vil også takke han for hjelpelige svar på e-post når det er noe vi har lurt på angående programmeringsaktiviteten. Vi vil også gi en stor takk til deltakerne i studien, som tok imot oss med åpne armer og lot oss få intervju dem og observere deres undervisning. Foruten deres åpenhet og tilretteleggelse for innsamling av datamateriale hadde ikke arbeidet med denne studien vært mulig.

Vi vil også takke den gode gjengen på lesesalen der vi sammen har holdt humøret oppe, støttet hverandre, hatt gode samtaler, og litt for lange lunsjpauser. Takk til familie og venner for korrekturlesing og støtte gjennom hele prosessen.

Da gjenstår det bare å takke hverandre for godt samarbeid fra start til slutt. Vi har delt både oppturer og nedturer og støttet hverandre gjennom hele prosessen. Fra idémyldring over grilla focaccia i kantina på Kalvskinnet til fortvilelse over kommafeil ved studiens slutt. Det har vært fint å være to.

Ingrid Oline Berggård

Tora Amlie Killingberg

Trondheim, 15.mai 2020





# Innhold

Figurer.....	xii
Tabeller.....	xii
1 Innledning.....	13
1.1 Oppbygging av studien .....	15
2 Teori.....	16
2.1 Programmering.....	16
2.1.1 Algoritmisk tenkning.....	17
2.1.2 Problemløsning .....	18
2.1.3 Programmering i fagfornyelsen.....	19
2.2 Matematisk samtale .....	20
2.2.1 Kommunikasjon i matematikk.....	20
2.2.2 Begrepet matematisk samtale.....	21
2.2.3 Hindringer for den matematiske samtalen.....	21
2.2.4 Argumenter for den matematiske samtalen.....	22
2.2.5 Klasseromsdiskursen .....	23
2.3 Rammeverk .....	23
2.3.1 Konstruktivistisk læringsteori .....	24
2.3.2 Rammeverk om programmering – de 5E´ene.....	25
2.3.3 Sosiokulturell læringsteori .....	27
2.3.4 Rammeverk om den matematiske samtalen.....	27
2.3.5 Planlegging av den matematiske samtalen.....	29
3 Metode .....	31
3.1 Metodisk tilnærming .....	31
3.1.1 Kasusstudie med intervju og observasjon .....	31
3.2 Pilotstudie.....	32
3.3 Innsamling av datamateriale .....	32
3.3.1 Kontekst og utvalg av deltakere .....	33
3.3.2 Programmeringsaktiviteten Emil.....	34
3.3.3 Intervju .....	36
Gjennomføring av intervju .....	37
3.3.4 Observasjon .....	38
Gjennomføring av observasjon .....	39
3.4 Metode for analyse av datamateriale .....	39
3.4.1 Analysemetode for intervju.....	39
3.4.2 Analysemetode for observasjon.....	40
3.5 Forskningens troverdighet.....	41
3.5.1 Kredibilitet .....	42
3.5.2 Overførbarhet.....	44

3.5.3	Avhengighet .....	45
3.5.4	Bekreftbarhet .....	45
3.6	Etiske betraktninger .....	46
3.6.1	Forskningsetiske retningslinjer .....	46
3.6.2	NSD og samtykkeskjema.....	46
3.6.3	Etiske betraktninger ved video- og lydopptak .....	47
3.6.4	Forskernes påvirkning.....	48
4	Resultat .....	49
4.1	Resultat fra intervju .....	50
4.1.1	Lærernes tanker rundt læringsmål og plan for undervisningen.....	50
Sigrid.....		50
Jon.....		51
4.1.2	Lærernes tanker rundt hvordan man kan få elevene til å utforske .....	52
Sigrid.....		52
Jon.....		53
4.1.3	Lærernes tanker rundt hvordan man kan få elevene til å snakke matematikk .....	53
Sigrid.....		53
Jon.....		54
4.1.4	Lærernes tanker rundt koblingen mellom programmering og matematikk .....	55
Sigrid.....		55
Jon.....		56
4.2	Resultat fra observasjon .....	56
4.2.1	Eksempler på koder .....	56
Eksempler på koder i de 5E´ene.....		56
Eksempler på koder i den matematiske samtalen.....		60
4.2.2	Sigrids undervisning .....	62
4.2.3	Jons undervisning.....	67
5	Drøfting .....	71
5.1	Undervisningspraksiser i programmering – de 5E´ene.....	71
5.1.1	Explore .....	71
5.1.2	Explain .....	72
5.1.3	Envisage .....	73
5.1.4	Exchange .....	73
5.1.5	BridgE .....	74
5.1.6	Oppsummering .....	74
5.2	Den matematiske samtalen .....	75
5.2.1	Kommunikasjon og hvordan snakke matematikk .....	75
5.2.2	Læringsmål .....	76
5.2.3	Stegene i den matematiske samtalen.....	77
Steg 1 .....		77

Steg 2 .....	78
Steg 3 .....	78
Steg 4 .....	79
5.2.4 Hindringer for den matematiske samtalen.....	80
5.2.5 Oppsummering .....	80
5.3 Sammenhenger mellom rammeverkene .....	80
5.3.1 Sammenheng mellom læringsteoriene.....	81
5.3.2 Sammenheng mellom Explore og den matematiske samtalen .....	81
5.3.3 Sammenheng mellom Explain og den matematiske samtalen .....	82
5.3.4 Sammenheng mellom Exchange og den matematiske samtalen .....	83
5.3.5 Samarbeid .....	84
6 Konklusjon .....	85
6.1 Bidrag til forskningsfeltet og videre forskning.....	86
Referanser.....	87
Vedlegg.....	92

## Figurer

Figur 3.1: Oppgave D1 i Emil-appen.....	35
Figur 3.2: Oppgave D1 i arbeidsboka .....	35
Figur 3.3: Beskrivelse av kodene i rammeverket til Chapin et al. (2013) .....	40
Figur 3.4: Beskrivelse av kodene i rammeverket til Benton et al. (2016; 2017).....	41

## Tabeller

Tabell 4.1: Antall utsagn fra rammeverkene i Sigrids undervisning .....	63
Tabell 4.2: Analyse av Sigrids undervisning S1 .....	64
Tabell 4.3: Analyse av Sigrids undervisning S2 .....	65
Tabell 4.4: Antall utsagn fra rammeverkene i Jons undervisning .....	68
Tabell 4.5: Analyse av Jons undervisning J2 .....	69
Tabell 4.6: Analyse av Jons undervisning J2 .....	69

# 1 Innledning

Det er viktig at teknologiens plass i samfunnet gjenspeiles i skolen. Dette fordi dagens elever møter teknologi på alle plattformer, og samfunnet er preget av den teknologiske utviklingen. Nygård (2018, s. 3) fremhever at: "mange av fremtidens jobber vil kreve forståelse for hvordan digital teknologi fungerer", eksempelvis innen transport og helse som preges av økt automatisering. Teknologi er med på å gjøre slik at vi kan løse oppgaver bedre ved at vi bruker teknologi som en fremgangsmåte for å nå mål, få en lettere arbeidshverdag og samarbeide bedre (Kirke-, undervisnings- og forskningsdepartementet, 1996). Elevene skal være med å sette preg på og utvikle fremtidens samfunn, ikke bare fungere i det (Sanne et al., 2016, s.7). For at dette skal være mulig er samfunnet avhengig av at skolen tar på seg oppgaven med å gjøre elevene i stand til å håndtere og sette sitt preg på fremtiden. Nygård (2018) påpeker at teknologien som omgir oss har muligheter og begrensinger, og kunnskap om programmering er viktig for å forstå disse. Det finnes flere argumenter for at teknologi, inkludert programmering, burde være en del av læreplanen. Sevik et al. (2018, s.6) skriver at det er "(...) behov for kompetanse i næringslivet og evne til å forstå hvordan et stadig mer digitalisert samfunn fungerer". Flere land har forstått at programmering er nødvendig og viktig, og har som en konsekvens implementert dette i skolen. 18 av 21 europeiske land har enten programmering i sin læreplan, eller har planer om å innføre programmering i skolen (Sanne et al., 2016). Disse tallene viser at programmering har hatt stort gjennomslag i Europa, og det vil være viktig for Norge å henge med på denne utviklingen.

I november 2019 fastsatte Kunnskapsdepartementet en ny læreplan i matematikk, som skal gjelde fra høsten 2020. Ifølge denne vil programmering bli en del av matematikkundervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2019c). En av de grunnleggende ferdighetene i læreplanen handler om at elevene skal kunne beherske digitale ferdigheter i matematikk, som innebærer "å kunne bruke (...) programmering til å utforske og løse matematiske problem" (Utdanningsdirektoratet, 2019c, s.5). Programmering handler i hovedsak om å strukturere de ulike delene av oppgaven i en rekkefølge som gjør den enklere å løse. Digitale ferdigheter blir sett på som en grunnleggende ferdighet på lik linje med lesing og skrivning, og her blir altså programmering nevnt som et verktøy innenfor matematikk. Programmering blir beskrevet som en prosess, hvor datamaskinen til slutt skal gjøre det vi ønsker (Nygård, 2018; Stenseth, Kaufmann & Forsström, 2019; Utdanningsdirektoratet, 2016). Ifølge Utdanningsdirektoratet (2016, s. 36) er programmering "å lage et program for datamaskinen". Dette kan sammenlignes med å lage en veldig detaljert matoppskrift.

Ettersom programmering er en del av de grunnleggende ferdighetene i fagfornyelsen, må alle lærere i skolen forholde seg til det. Det vil derfor være viktig å bidra med forskning på dette området. Vi ønsker å undersøke hvordan man kan undervise i programmering i matematikk, ved bruk av den matematiske samtalen. Dette fordi den matematiske samtalen står sentralt i flere teorier om matematikkundervisning. I tillegg har vi sett at det kan være sammenheng mellom programmeringsaktiviteten vi har valgt (Emil), og matematisk samtale.

Emil er en programmeringsaktivitet som skal hjelpe elever å lære grunnleggende programmering og algoritmisk tenkning (Urbanová, 2019). Et av målene til programmeringsaktiviteten er å gi elevene mulighet til å bruke programmering som et verktøy. Dette verktøyet skal elevene kunne bruke til å utforske og lære (Urbanová, 2019). Emil oppfordrer til samarbeid og utforskning, da elevene skal jobbe i par med nettbrett eller datamaskin ("Teacher material – Emil", 2019). Etter elevene har samarbeidet og utforsket oppgaven i Emil, skal læreren ifølge lærerveiledningen styre en diskusjon som er veldig viktig i læringsprosessen ("Teacher material – Emil", 2019). I helklassediskusjoner kan den matematiske samtalen finne sted. Botten (2016) mener at den matematiske samtalen er et viktig bidrag for læring i matematikk. Elevene lærer matematikk ved å sette ord på egne tanker, lytte til medelever og lærere, og dermed få tilgang til andres ideer. I tillegg er det å kunne uttrykke seg muntlig en del av de grunnleggende ferdighetene, og derfor en viktig del av læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2013).

Det er et problem at det finnes lite forskning om hvordan lærere kan undervise i programmering. Dette fordi lærerne mangler forskning å støtte sine undervisningsvalg på, og det vil være begrensede muligheter for å skaffe egen kunnskap innenfor området. Studier (Berggren & Jom, 2019; Fahlén, 2017) viser at lærere er usikre på hvordan de skal undervise i programmering. I Sverige er det gjort en del undersøkelser om nettopp læreres holdninger til, og kunnskaper om programmering (Fahlén, 2017; Christensen, 2018; Desai, referert i Einarsson, 2018). Disse undersøkelsene ble gjennomført i forbindelse med at programmering ble innført i deres læreplanverk i 2018. Målinger fra en undersøkelse av Desai (referert i Einarsson, 2018), som ble publisert i den svenske avisen Dagens nyheter, viser at 7 av 10 matematikklærere i grunnskolen savner kunnskap innen programmering. I en undersøkelse gjort av Berggren og Jom (2019) svarte lærere på spørsmål om deres holdning til innføringen av programmering, forståelse av begreper innenfor programmering og programmering i undervisning. Denne undersøkelsen viste at 23 av 30 lærere var positive til innføringen av programmering i læreplanen, men at «(..) mange mangler selv kunnskap og er usikre på hvordan programmering vil påvirke undervisningen» (Berggren & Jom, 2019, s.40). I Norge finnes det ingen krav til opplæring eller kursing for å kunne undervise i programmering. Lærerne vil dermed ha et stort ansvar for egen faglig opplæring og forståelse av det nye fagområdet. På grunn av at programmering skal bli et nytt emne i matematikk i læreplanen, er det interessant for oss å se på hvordan lærere kan undervise i dette. Vi har derfor valgt å fokusere på to lærere i denne studien.

Vi har valgt å bruke et rammeverk innenfor programmering og et innenfor matematisk samtale. Gustafsson (2016) forklarer at lærere burde bruke diskusjoner i klasserommet, basert på teorier om kommunikasjon. Læreren har en viktig rolle i denne kommunikasjonen og er sentral for å sette i gang produktive matematiske samtaler (Kazemi & Hintz, 2014). Chapin, O'Connor og Anderson (2013) har utviklet et rammeverk for produktive matematiske samtaler, og dette kan brukes som hjelpemiddel i planlegging av undervisning. Rammeverket består av fire steg, som omhandler hvordan elever deler egne og engasjerer seg i andres ideer, og ulike *talk moves* innenfor hvert steg. *Talk moves* er strategiske måter å stille spørsmål som inviterer til deltakelse i samtalen (Chapin et al., 2013). For programmering har vi valgt et rammeverk som består av fem undervisningspraksiser; Explore, Envisage, Explain, Exchange og bridgeE. Disse undervisningspraksisene kan underbygge lærerens valg av pedagogiske strategier og brukes som hjelpemiddel i planlegging av undervisning (Benton, Hoyles, Kalaš og

Noss, 2016; 2017). Rammeverket kalles "5Es", men vi vil i denne studien kalle rammeverket for de 5E'ene.

På grunn av manglende forskning om undervisning i programmering, synes vi det er interessant å se på om man kan undervise i programmering ved bruk av den matematiske samtalen. Problemstillingen i vår studie er derfor å undersøke om det finnes noen sammenhenger mellom undervisningspraksisene i programmering og den matematiske samtalen i matematikkundervisning i programmering på barnetrinnet. For å gjøre dette vil vi belyse følgende forskningsspørsmål:

1. *På hvilken måte kommer undervisningspraksiser i programmering til syne i matematikkundervisning med Emil?*
2. *På hvilken måte kommer den matematiske samtalen til syne i matematikkundervisning i programmering med Emil?*

## 1.1 Oppbygging av studien

I det neste kapittelet vil vi presentere det teoretiske grunnlaget som studien baserer seg på. Programmering er et nytt emne i den kommende læreplanen, og vi beskriver emne ved å forklare begrepene programmering, algoritmisk tenkning og problemløsning. For å forstå emne vil vi også beskrive dets innpass i fagfornyelsen. Det andre emnet vi vil beskrive er matematisk samtale. Vi forklarer begrepet kommunikasjon som av mange har blitt sett på som viktig for læring. Deretter vil vi forklare begrepet klasseromsdiskursen, og hindringer og argumenter for den matematiske samtalen. I vår studie er det viktig å få forståelse for de to rammeverkene som studien tar utgangspunkt i. Etter redegjørelse av rammeverkene og læringsteoriene disse bygger på, vil vi i kapittel 3 presentere studiens metode. Dette kapittelet vil omhandle metoden for datainnsamling, gjennomføring og analyse av datamaterialet. Her vil vi også drøfte forskningens troverdighet og gjøre rede for forskningens etiske betraktninger. Resultatene blir beskrevet i kapittel 4, og er strukturert etter de to innsamlingsmetodene. Resultatene fra intervju presenteres ved fire temaer som ble synlige underveis i analyse av datamaterialet. Deretter fremstilles resultatene fra observasjon ved å gi eksempler på de ulike kodene i rammeverkene. I denne delen vil også resultat knyttet til hver av kasusene i studien bli beskrevet. I kapittel 5 vil vi svare på forskningsspørsmålene og problemstillingen i studien ved å drøfte resultatene fra både intervju og observasjon opp mot teori. I studiens konklusjonskapittel vil vi gi en kort oppsummering av svar på forskningsspørsmålene og problemstillingen. Vi vil også reflektere over vårt bidrag til forskningsfeltet og muligheter for videre forskning.

## 2 Teori

I denne studien undersøker vi på hvilken måte undervisningspraksiser i programmering og den matematiske samtalen kommer til syne i undervisning. For å beskrive programmering vil vi se nærmere på begrepene programmering, algoritmisk tenkning og problemløsning. Vi vil også ta for oss programmeringens plass i fagfornyelsen. For å beskrive den matematiske samtalen vil vi se nærmere på kommunikasjon i matematikk, klasseromsdiskursen, begrepet matematisk samtale, og hindringer og argumenter for den. Til slutt i dette kapitlet vil vi beskrive rammeverkene som studien bygger på. For å undersøke programmering i klasserommet vil vi beskrive rammeverket til Benton et al. (2016; 2017), som omhandler fem undervisningspraksiser i programmering. For å undersøke den matematiske samtalen i klasserommet vil vi beskrive rammeverket til Chapin et al. (2013), som ser på læreren som en leder av den matematiske samtalen. I sammenheng med rammeverkene vil vi beskrive læringsteorier som disse rammeverkene bygger på.

### 2.1 Programmering

Programmering blir av flere (Nygård, 2018; Stenseth et al., 2019; Utdanningsdirektoratet, 2016) beskrevet som en prosess som ender i at datamaskinen skal gjøre det vi ønsker. Utdanningsdirektoratet (2016) forklarer programmering slik: «I dette (programmering) inngår prosessen fra å identifisere problemer og utforme mulige løsninger, til å lage kode som kan forstås av en datamaskin, systematisk feilsøke og forbedre denne koden, og dokumentere løsningen på en forståelig måte» (s.37). Man starter med en problemanalyse og planlegger ulike koder som kan fungere slik at datamaskinen utfører oppgaven man ønsker. Nygård (2018) beskriver også programmering via denne prosessen, hvor man først legger en plan og abstraherer problemet, før man prøver ut koder på datamaskinen eller andre programmerbare enheter. Stenseth et al. (2019) forklarer at våre instruksjoner kan gjøre at «(...) datamaskinen kan utføre spesifikke oppgaver, løse problemer og støtte menneskelige interaksjoner» (s.7). «g»

I programmeringsprosessen bruker vi et språk som gjør at datamaskinen forstår hva vi vil at den skal gjøre. Papert (1980) forklarer denne kommunikasjonen slik: «Programming a computer means nothing more or less than communicating to it in a language that it and the human user can both "understand"» (s.5-6). Programmeringsspråk brukes når vi skriver et program. «Et program er en oppskrift som sier hva datamaskinen skal gjøre» (Utdanningsdirektoratet, 2016, s.36). I et program setter man sammen kommandoer, og disse kommandoene får datamaskinen til å utføre en oppgave eller løse et problem. Bueie (2019) beskriver også programmering som en oppskrift. Dersom vi ser for oss at datamaskinen er en person som skal lage pannekaker, må den få en oppskrift som forklarer nøyaktig hva den skal gjøre. «Programmet tar imot inngangsdata (ingredienser), disse behandles av datamaskinen (kjøkken og kokk) etter instruksjoner fra et program (oppskrift) som til slutt resulterer i utgangsdata (pannekaker)» (Bueie, 2019, s.23). Det første man skal gjøre når man lager pannekaker er å ha egg i en bolle. Dersom man ikke forklarer i oppskriften at man skal knekke eggene i bollen og kaste skallet, vil man ende opp med en pannekakerøre med eggeskall i. Nygård (2018)



påpeker at den minste feil i instruksjonene, enten det er rekkefølge, sekvens eller grammatikk, kan gjøre at programmet ikke fungerer. Altså er det viktig å være nøyaktig i programmeringsprosessen, og dersom datamaskinen ikke gjør det man ønsker må man gå tilbake til instruksjonene for å utforske hva som ble feil i koden.

### 2.1.1 Algoritmisk tenkning

Algoritmisk tenkning er nært knyttet til kjerneelementet «utforsking og problemløsning» som er en del av den kommende læreplanen i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019c), og er et sentralt begrep når det kommer til programmering. Programmering omfatter «(...) alle nivåer fra å forutse og analysere hva et program skal gjøre, til å kjenne igjen mønstre, eksperimentere og evaluere mulige løsninger, og samarbeide med andre» (Nygård, 2018, s.7). Ifølge Nygård (2018) er disse ferdighetene som programmering omfatter, samlet sett, det vi kaller algoritmisk tenkning. Algoritmisk tenkning er derfor et sentralt begrep når det kommer til programmering. Det kan altså være vanskelig å sette et tydelig skille mellom begrepene programmering og algoritmisk tenkning, da de stort sett omhandler det samme. Nygård (2018) prøver å klargjøre forskjellen ved å forklare algoritmisk tenkning som «(...) strategier for problemløsning som blant annet brukes i programmering» (s.8). Algoritmisk tenkning er altså ulike tilnærminger man tar i bruk for å løse et problem på best mulig måte. Utdanningsdirektoratet (2019a) har utviklet seks nøkkelbegreper som oppsummerer algoritmisk tenkning på en oversiktlig måte. De seks nøkkelbegrepene består av;

- logikk, som handler om å analysere og forutse,
- algoritmer, som handler om å følge regler og gjøre oppgaver steg for steg,
- dekomposisjon, som handler om å bryte ned oppgaven i mindre deler,
- mønstre, som handler om å finne og bruke likheter,
- abstraksjon, som handler om å fjerne unødvendige detaljer, og til slutt,
- evaluering, som handler om å gjøre vurderinger.

I følge Utdanningsdirektoratet (2019a) består altså algoritmisk tenkning av flere begreper som er sentrale i arbeid med matematikk.

Algoritmisk tenkning kan virke veldig styrt av regler og rutiner, hvor man har begrensede muligheter for å være kreativ, men slik er det ikke. Det er ifølge Utdanningsdirektoratet (2019a) svært viktig at man i arbeid med algoritmisk tenkning har en nysgjerrig og utforskende tilnærming hvor man er eksperimenterende, skapende og åpen for alternative løsninger. Man skal ikke alltid finne frem til riktig svar ved første forsøk, og det å gjøre feil er en viktig del av prosessen. Sentrale arbeidsmetoder for å finne gode løsninger i arbeid med algoritmisk tenkning er derfor samarbeid og deling, hvor man er flere om problemet og derfor også har større muligheter for ulike løsninger. For at dette skal være mulig er det viktig at læreren skaper et trygt miljø, hvor elevene får muligheter til å utforske sammen, prøve og feile. Ved at læreren tilrettelegger for disse mulighetene, vil elevene kunne løse problemer ved bruk av algoritmisk tenkning. Bradshaw og Hazell (2016) beskriver algoritmisk tenkning som en strategi for problemløsning, og i det videre vil vi beskrive nettopp begrepet problemløsning.

### 2.1.2 Problemløsning

Problemløsning har vist seg å være svært viktig i matematikk, og har den siste tiden fått større oppmerksomhet (Wilson, Fernandez & Hadaway, 1993; Bradshaw & Hazell, 2016). Dette kan man blant annet se ved at problemløsning har fått større plass i læreplanen i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Ifølge kjerneelementet «utforskning og problemløsning» handler problemløsning om at «(...) elevane utviklar ein metode for å løyse eit problem dei ikkje kjenner frå før» (Utdanningsdirektoratet, 2019c, s.2). Altså bør problemet være nytt for eleven som skal løse det, og løsningsmetoden må derfor ikke være kjent for eleven. I tillegg burde det finnes flere metoder for å løse problemet.

Problemløsningsoppgaver karakteriseres ved flere ulike elementer. Kantowski (1980, referert i Pehkonen, 2007) karakteriserer blant annet problemløsning ved at det inkluderer at man bruker tidligere kunnskap på en ny måte. Hun forklarer også at det ikke er en problemløsningsoppgave dersom man umiddelbart kan kjenne igjen hva man skal gjøre for å løse oppgaven. Eksempelvis vil ikke  $2 + 2$  være en problemløsningsoppgave for en 6.klassing, da oppgaven ikke utfordrer eleven. Stedøy og Valbekmo (2018) mener at det etter hvert har blitt etablert en felles forståelse av problemløsning i matematikk, hvor problemløsning betyr å «(...) finne en løsningsmetode og en strategi for å løse kjente problemstillinger i ukjente sammenhenger» (s.4). Stedøy og Valbekmo (2018) og Kantowski (1980, referert i Pehkonen, 2007) mener altså at situasjonen skal være ukjent, og at man derfor ikke skal ha noen opplagt og bestemt metode for å løse oppgaven. Det at oppgaven er et problem er altså ikke bestemt ut ifra oppgaven, men fra relasjonen mellom oppgaven og personen, da problemet skal være vanskelig for den som løser det (Schoenfeld, 1985). En oppgave som er en problemløsningsoppgave for noen, kan derfor være en rutineoppgave for andre. Selv om det finnes mange likheter i hva ulike personer karakteriserer som problemløsning, finnes det ikke en generell allmenn forståelse av begrepet.

Schoenfeld og Polya, har begge vært sentrale personer innen feltet problemløsning. I følge Schoenfeld (1985) definerer Polya et problem slik som det står i Oxford English Dictionary: «Problem. A doubtful or difficult question; a matter of inquiry, discussion, or thought; a question that exercises the mind» (Polya, referert i Schoenfeld, 1985, s.74). Et problem er altså noe som må undersøkes, diskuteres og som skal være en utfordring for den som løser det. Schoenfeld (1985) påpeker at det ikke er hva man produserer som er viktig, men hva man gjør for å komme frem til produktet. Han legger også vekt på at suksess i problemløsning er avhengig av hva man gjør med den kunnskapen man har tilgjengelig, og at problemløsningsprosessen er veldig sentral i alle matematiske diskusjoner.

Men hvorfor er det viktig å lære elevene å arbeide med problemløsningsoppgaver? Pehkonen (2007) peker blant annet på at elevene får mulighet til å utvikle en helhetlig matematisk kompetanse gjennom arbeid med problemløsningsoppgaver. Et hovedmål i undervisning og læring i matematikk handler nettopp om å utvikle evner til å løse et bredt spekter av varierte og komplekse matematikkoppgaver (Wilson et al., 1993). I arbeid med problemløsningsoppgaver blir man nødt til å flytte fokuset fra resultatet, over til oppgavens helhet og strategiene som brukes for å komme frem til et resultat. Dersom elever blir for vant til å løse rutineproblemer hvor fokuset ligger på mengden av oppgaver man klarer å løse, vil de ikke ta seg tid eller bli nysgjerrige nok til å utforske problemet. Det er derfor viktig at det blir fokusert på «helheten» av oppgaven og fremgangsmåten gjennom diskusjoner og samtaler, da det er dette som skaper dybdelæring hos elevene (Torkildsen, 2017). Csíkos, Sztányi og Kelemen (2011)

fremhever enda et viktig argument for arbeid med problemløsning, nettopp at de matematiske ferdighetene man lærer kan brukes i det virkelige liv og fremtidige kontekster. Det å kunne anvende matematikken man lærer på skolen i hverdagen er hovedgrunnen til at vi lærer matematikk, og problemløsning er med på å oppfylle dette. Det er ikke bare elevene som drar nytte av å arbeide med problemløsning. Læreren kan gjennom arbeid med problemløsningsoppgaver få bedre innsikt i hvordan elevene tenker. Denne innsikten kan gi læreren en bedre mulighet til å vurdere elevenes kompetanse (Pehkonen, 2007). Kongelf (2011, referert i Thorkildsen, 2017) har undersøkt sammenhengen mellom problemløsning og prestasjoner i matematikk, og kan vise til at dette har en positiv sammenheng. Land som har fokus på problemløsning, har gode resultater i matematikk (Pehkonen, 2011). Det er altså mange gode grunner til at problemløsning bør være en sentral del av undervisningen, og dette er det læreren som har ansvar for.

Læreren bestemmer innholdet i matematikktimene, og har derfor ansvaret for at problemløsning blir en del av undervisningen. Som lærer er det viktig at man har evnene til å engasjere elevene, noe som er spesielt viktig i utforskende matematikk (Stedøy & Valbekmo, 2018). I utforskende matematikk kan elevene stille spørsmål, undersøke, begrunne og reflektere rundt problemområdet som læreren legger frem, som fører til en friere måte å arbeide med matematikkoppgaver. Funn fra studien til Bradshaw og Hazell (2016) viste at mange elever på barneskolen likte friheten og mangelen på regler, og uttrykte derfor en entusiasme for problemløsning. Innenfor denne måten å arbeide med matematikk er det flere som argumenterer for samarbeid og arbeid i grupper (Johnson, Herr & Kysh, 2004; Leinwand & National Council of Teachers of Mathematics, 2014; Thorkildsen, 2017). På den måten får man innblikk i andres ideer, man kan være kreative sammen, og man får øvd seg på å formidle og argumentere for egne ideer. Ifølge Polya (2004) er det viktig at man som lærer er bevisst på hvor mye hjelp man gir elevene i problemløsningsprosessen. Læreren bør hjelpe, men ikke for mye og heller ikke for lite. Denne balansen i veiledning er viktig, slik at elevene selv gjør det meste av arbeidet, og finner problemet motiverende og utfordrende.

### 2.1.3 Programmering i fagfornyelsen

Det har ifølge Sevik et al. (2018) vokst frem en internasjonal bevegelse de siste årene for å fremme programmering i skolen. Hovedargumentet er behovet for nødvendige ferdigheter for det 21. århundre. Samfunnet blir stadig mer digitalisert, og det er et behov for kompetanse og evne til å forstå hvordan samfunnet fungerer. Med den internasjonale støtten programmering har fått, var det vanskelig å unngå dette da det skulle innføres nye læreplaner. Det var derfor naturlig at programmering ble en del av fagfornyelsen.

Arbeidet med de nye læreplanene, kalt fagfornyelsen, skal tas i bruk fra og med høsten 2020. I disse læreplanene har programmering dukket opp, som ikke var en del av LK06. Statsminister Erna Solberg (referert i Statsministerens kontor, Barne- og familiedepartementet & Kunnskapsdepartementet, 2017) gir en god introduksjon til dette nye emnet: «Vi vil at forståelse for koding og teknologi skal inn i læreplanene allerede fra barneskolen. Med denne strategien peker vi inn i et nytt tiår for norsk skole» (u.s.). Programmering kommer inn i skolen høsten 2020 og er da inkludert i læreplanene i naturfag, musikk, kunst og håndverk og matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019d). I læreplanen for matematikk blir programmering satt mer i fokus enn i andre læreplaner.

Programmering blir fremhevet som et verktøy i læreplanen i matematikk. Utdanningsdirektoratet (2019b) påpeker at: «Når elevene bruker programmering til å utforske og løse problemer, kan det være et godt verktøy for å utvikle matematisk forståelse» (s.1). Programmering kommer også frem i de grunnleggende ferdighetene, under digitale ferdigheter. Digitale ferdigheter som elevene skal tilegne seg er å kunne bruke blant annet programmering til å utforske og løse matematiske problem, eksempelvis geometri, algoritmer og sannsynlighet (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Programmering nevnes eksplisitt i kompetansemålene fra 5.trinn til 10.trinn, men det finnes også kompetansemål på lavere trinn som kan knyttes til programmering. Et kompetansemål for 2.trinn er å «lage og følge regler og trinnvise instruksjoner i lek og spel» (s.6). Dette kompetansemålet kan knyttes til programmering ved at man i noen spillrelaterte programmeringsaktiviteter må følge visse regler. Eksempelvis i Emil hvor man må lage instruksjoner for en robot som bare kan utføre visse bevegelser. For at arbeid med programmering skal være mulig er det viktig at skolene har de ressursene og den kompetansen som kreves. Utdanningsdirektoratet (2019d) har planlagt noen tiltak for å støtte skoler og skoleeiere i innføringen av de nye læreplanene. Arbeidet har resultert i to kompetansepakker, hvor den ene omhandler innføring av nytt læreplanverk og den andre omhandler teknologi, programmering og algoritmisk tenkning.

## 2.2 Matematisk samtale

I denne delen av teorien skal vi se nærmere på den matematiske samtalen. Dette gjør vi ved først å argumentere for hvorfor kommunikasjon er viktig i matematikk. Deretter brukes teori for å betegne begrepet «matematisk samtale». Videre ser vi på hindringer og argumenter for den matematiske samtalen, og hvilke betingelser som bør være til stede i klasseromsdiskursen for å bruke den på en vellykket måte.

### 2.2.1 Kommunikasjon i matematikk

Det er i lang tid argumentert for at kommunikasjon er viktig for læring generelt, men det argumenteres også for at det er spesielt viktig i matematikkfaget.

«Kompetanseblomsten» til Niss og Jensen (referert i Botten, 2016) presenterer åtte delkompetanser i matematikk som blir fremstilt som åtte blader på en blomst. En av kompetansene har fått navnet kommunikasjonskompetanse, og handler om å kommunisere i, med og om matematikk (Botten, 2016). Flere forskere og fagpersoner innen matematikk hevder at språket har en viktig rolle i matematikkundervisningen (Cole, John-Steiner, Scribner & Souberman, 1978; Lee, 2006; Botten, 2016). Lee (2006) argumenterer for at det vil bli lettere for elevene å lære matematikk, dersom de blir dyktige til å bruke språket og kommunisere med hverandre. Et annet viktig argument er at muntlige ferdigheter er en av de fem grunnleggende ferdighetene i matematikk. I den kommende læreplanen for matematikk beskrives muntlige ferdigheter på denne måten:

Munnlege ferdigheiter i matematikk inneber å skape meining gjennom å samtale i og om matematikk. Det vil seie å kommunisere idear og drøfte matematiske problem, strategiar og løysingar med andre. Utviklinga av munnlege ferdigheiter i matematikk går frå å bruke kvardagsspråk til gradvis å bruke eit meir presist matematisk språk (Utdanningsdirektoratet, 2019c, s. 4).

Gode muntlige ferdigheter i matematikk innebærer altså mer enn å delta i samtaler som handler om matematikk. Ferdighetene går på et dypere plan, og handler om å kunne presentere og drøfte matematiske problem, strategier og løsninger, og bruke presist fagspråk. For at den matematiske samtalen skal kunne finne sted i matematikklasserommet er det svært viktig at elevene lærer seg å bruke et presist

matematisk språk. Med presist matematisk språk menes det spesifikke ordforrådet som brukes i matematikkfaget, som gjør det mulig for elevene å forklare sine matematiske ideer til lærer og medelever på en konsis og forståelig måte (Lee, 2006). Lee (2006) mener at det er såpass stor forskjell på det daglige språket og det språket som benyttes for å uttrykke matematiske ideer, at det for mange elever vil oppleves som å lære å snakke et fremmed språk. Elevene skal gjennom undervisning, med lærerens veiledning, utvikle et faglig ordforråd og riktig bruk av begreper.

Kunnskapen som blir etablert i fellesskap fungerer ofte annerledes enn den man tilegner seg alene. Felles kunnskap er ikke bare noe som blir overført til eleven, men noe som blir dens egen (Botten, 2016). Dersom læreren er den eneste i klasserommet som snakker, er det usikkert om eleven forstår denne kunnskapen. Om eleven skal gjøre kunnskapen til sin egen, må det foregå en samtale. Botten (2016) forklarer at egen kunnskap er lettere å huske. Dette krever at kommunikasjon og gode samtaler blir integrert i undervisningen. Altså spiller kommunikasjon og språk en avgjørende rolle for læring i matematikkfaget.

### 2.2.2 Begrepet matematisk samtale

Botten (2016) mener at den matematiske samtalen er et viktig bidrag for læring i matematikk ved at elevene lærer matematikk ved å sette ord på egne tanker, lytte til medelever og lærere, og dermed få tilgang til andres ideer. Når elevene må forklare sine ideer, får de større kontroll over ideene, og kan bruke dem i lignende situasjoner (Lee, 2006). I «Matematikk med mening» har Botten (2016) definert matematiske samtaler på denne måten: «(...) ekte samtaler med flere deltakere, ikke en spørsmål/svar-kommunikasjon der læreren stiller spørsmål og elevene svarer det de tror læreren forventer eller håper at de skal svare» (s.93). All kommunikasjon i matematikklasserommet betegnes altså ikke som en matematisk samtale. Man må skille mellom «vanlig» prat, og den matematiske samtalen som fører til læring. Det handler om mye mer enn å oppgi svaret på den aktuelle oppgaven. Å lede en matematisk samtale med elevene, hvor det også skal foregå læring, kan være utfordrende. Det finnes derfor flere grunner til at lærere velger bort denne undervisningsstrategien.

### 2.2.3 Hindringer for den matematiske samtalen

Selv om det finnes tydelige argumenter for å bruke matematisk samtale i klasserommet, er det ikke alle lærere som legger like stor vekt på dette. Det kan være flere årsaker til at lærere velger bort den matematiske samtalen. Chapin et al. (2013) nevner noen hindringer, blant annet tidsbruk som mange lærere legger vekt på når de velger bort den matematiske samtalen. Som lærer er tidsskjemaet ganske stramt, og man skal gjennom et ganske omfattende læreplanverk. På grunn av dette mener mange at de ikke kan bruke tiden på lange og tidkrevende diskusjoner. En annen hindring er lærerens frykt for å ikke forstå elevens resonnement. Både eleven og læreren kan føle seg flau om de ikke forstår hverandre.

For å sikre et inkluderende klasserommiljø med muligheter for samtale, er det viktig å tenke på hvordan man organiserer klasserommet. Lee (2006) anser organisering av klasserommet som det første og viktigste læreren må ta i betraktning, dersom elevene skal bruke samtale for å lære matematikk. Det er viktig at elevene kan se og høre hverandre, slik at det blir enkelt for dem å dele sine ideer og lytte til andres. Dersom ikke alle elevene kan høre hverandre blir læreren nødt til å gjenta elevenes utsagn, og læreren blir dermed en leder av diskursen i stedet for en deltaker. Dersom all

kommunikasjon skal gå via læreren, vil ikke elevene bli i stand til å eie diskursen, og det vil bli problematisk for dem å respondere på hverandres utsagn (Lee, 2006). Dermed vil organisering av klasserommet kunne være en hindring for den matematiske samtalen, fordi kommunikasjonen bare foregår mellom lærer-elev og ikke elev-elev. Selv om det finnes grunner til å velge bort den matematiske samtalen, er det flere argumenter for å ta i bruk denne undervisningsstrategien.

#### 2.2.4 Argumenter for den matematiske samtalen

Den matematiske samtalen er et fenomen som har fått mye oppmerksomhet i det matematiske forskningsfeltet, og det finnes flere gode grunner til å ta den i bruk i matematikklasserommet. Forskere og lærere mener at bruk av matematisk samtale i klasserommet er til fordel for både lærere og elever. Samtalen kan forbedre elevens læring og evne til resonnering, og det kan forbedre læreres evne til å undervise (Chapin et al., 2013, s.xv). Det er altså ikke bare elevene som får utbytte av å benytte kommunikasjon som undervisningsstrategi. Chapin et al. (2013) legger vekt på fem argumenter for at samtaler i matematikklasserommet er viktig;

1. samtaler kan avsløre forståelse og misforståelse
2. samtaler støtter robust læring ved å øke hukommelsen
3. samtaler støtter dypere resonnering
4. samtaler støtter språkutvikling
5. samtaler støtter utvikling av sosiale evner

(s.xv) [vår oversettelse fra engelsk].

Det første argumentet, som handler om å avsløre forståelse og misforståelse er en slags formativ vurdering. Det er altså en form for underveivurdering med læring som formål. Ved at elevene muntlig forklarer seg vil det bli tydelig for læreren hva elevene har forstått og hva det må jobbes mer med. Elevene kan også selv oppdage hva de ikke forstår, og de kan dermed endre sin resonnering (Lee, 2006).

Deretter kommer argumentet som handler om bedre læring ved å øke hukommelsen. Når læreren kommer med en påstand er det sjeldent at alle elevene husker den. Dersom det er elevene selv som kommer med påstander, og påstandene blir diskutert, blir de mer sosialt viktige. Ifølge Botten (2016) blir påstandene til elevens egen kunnskap, og det blir lettere for dem å huske det.

Det neste argumentet omhandler dypere resonnering. For at elevene skal kunne øve på å resonnerer sammen med andre, er det viktig å bruke samtaler i klasserommet. Det tar tid å lære seg hvordan man setter sammen et overbevisende argument. Ved å samtale i klasserommet vil man ha andre å resonnerer med, som kan svare på din egen, og dele deres resonnering. Lee (2006) argumenterer for at diskusjoner mellom medelever er en ressurs som kan øke elevenes kunnskap, da elevene i diskusjonen bruker en dypere resonnering.

Argumentet om språkutvikling går ut på at samtalen i klasserommet bidrar til mer muntlig aktivitet. Mer muntlig aktivitet bidrar til en bedre forståelse for ord og fraser, og når man skal bruke dem. «Øvelse gjør mester» er tilfellet for det meste man ønsker å bli bedre på. Så dersom man skal utvikle språklige ferdigheter er det å lytte, lese og snakke sammen, viktig.

Den siste av de fem argumentene handler om at samtalen støtter utvikling av sosiale evner. Den matematiske samtalen fører til læring av sosiale regler og ferdigheter, som å lytte når andre deler sin resonnering, være tålmodig, vise respekt og godhet og kunne samarbeide. Disse ferdighetene og reglene er viktig for å være en god deltaker i den felles samtalen. Det finnes altså flere gode grunner til å ta i bruk den matematiske samtalen i klasserommet. Men selv om man bestemmer seg for å samtale med elevene om matematikk, så krever det mye av både lærer og elever. Det å skape gode matematiske samtaler kommer ikke av seg selv, og krever blant annet en støttende og tydelig klasseromsdiskurs.

### 2.2.5 Klasseromsdiskursen

Ifølge Lee (2006) er det diskursen i klasserommet som bestemmer hvordan man kommuniserer med hverandre. Man kan tenke seg at det er et sett med regler om hvordan undervisningen skal foregå, og hvordan elevene skal delta i den. Det er viktig å skape en klasseromsdiskurs med fokus på argumentasjon, resonnering, utforsking, problemløsning, kommunikasjon og et fellesskap hvor elevene føler seg trygge. Chapin et al. (2013) legger vekt på å etablere klasseromsnormer som støtter respektfulle diskusjoner hvor elevene ikke føler seg oversett eller avleid, men alltid blir tatt på alvor.

Kazemi og Hintz (2014) mener det er viktig at læreren er tydelig på de reglene som skal gjelde for klasseromssamtalen, slik at det blir det enklere for elevene å vite hvordan de skal bidra i samtalen. Tydelige regler er også med på å skape gode og stimulerende læringsmiljø. Noen av reglene de trekker frem er at elevene; ser på matematikk som et fag de må forstå, fortsetter å prøve selv når oppgaven er utfordrende, vet at det er lov å gjøre feil, deler matematiske ideer med hverandre og lytter til medelevers ideer. For å kunne lede produktive matematikksamtaler er det viktig at elevene er vant til å utforske, bidra i samtaler og forklare sine løsninger. Det krever altså ikke bare at læreren stiller gode spørsmål, men avhenger også av klasseromsmiljøet.

## 2.3 Rammeverk

Det finnes ulike typer rammer for empirisk forskning (Eisenhart, 1991); teoretisk rammeverk, praktisk rammeverk og konseptuelt rammeverk. Et konseptuelt rammeverk er basert på tidligere forskning (Lester, 2005), og det er denne typen rammeverk vi vil ha fokus på i vår studie. Selv om konseptuelle rammeverk baserer seg på forskning, trenger ikke rammeverket å gjelde i alle lignende situasjoner (Eisenhart, 1991). Altså er konseptuelle rammeverk stadig i endring, og det kan finnes tilfeller hvor det blir bevist at rammeverket ikke er gjeldende. Disse tilfellene vil ikke fraskrive hele rammeverket, ettersom konseptuelle rammeverk ikke er falsifiserbare. Vi har i denne studien valgt å analysere datamaterialet ved bruk av to konseptuelle rammeverk. Altså har vi brukt rammeverkene som en linse for å undersøke undervisning i programmering. Ettersom vi ville undersøke sammenhenger mellom undervisningspraksiser i programmering og den matematiske samtalen, valgte vi rammeverk innenfor hver av disse områdene.

Rammeverket vi valgte for å undersøke undervisningspraksiser i programmering har fått navnet 5E'er (5E's). En av årsakene til at vi valgte dette rammeverket var programmeringsaktiviteten Emil som vi brukte i studien. Emil er utviklet av blant annet Ivan Kalaš, som vi møtte i sammenheng med hans workshop om programmeringsaktiviteten i Trondheim, høsten 2019. I denne forbindelsen ble vi introdusert for rammeverket under samtale med han. Benton et al. (2016; 2017) har brukt dette rammeverket i undersøkelse av matematikkundervisning med en annen

programmeringsaktivitet, kalt Scratch. På bakgrunn av dette ble undervisningspraksisene i programmering, de 5E'ene, valgt som rammeverk i vår studie.

Rammeverket vi valgte for å undersøke bruken av den matematiske samtalen er de fire stegene til Chapin et al. (2013), som handler om å skape en produktiv matematisk samtale. Vi har opplevd rammeverket som sentralt innenfor matematikdidaktikk. En av hovedårsakene til dette er basert på at vi ble introdusert for rammeverket i vår lærerutdanning ved NTNU. Her ble dette presentert som en god undervisningsstrategi. Flere tidligere masterstudenter har også brukt rammeverket i sin studie (Bjerkli, 2017; Gundersen, 2019; Varhol, 2017). I tillegg har forskerparet Kazemi og Hintz (2014) forsket på den matematiske samtalen, og bygget videre på rammeverket til Chapin et al. (2013). Vi har valgt å undersøke matematikkundervisning i programmering med et rammeverk som tilhører det matematiske fagfeltet, på bakgrunn av at det finnes flere argumenter for at programmering er en del av matematikken. Berggen og Jom (2019) fant i sin undersøkelse at 23 av 30 lærere mente at det var bra at programmering blir innført i matematikk, og 20 mente at programmering er nyttig for å lære mer matematikk. Programmering vil blant annet bli en del av den kommende læreplanen i matematikk, hvor det blant annet blir satt fokus på at det skal være et verktøy for å utvikle matematisk forståelse (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Viktige egenskaper i matematikken er problemløsning og algoritmisk tenkning, og disse er som beskrevet tidligere, nært knyttet opp mot programmering. Programmeringsaktiviteten Emil inneholder oppgaver som er eksplisitt og implisitt knyttet til ferdigheter i matematikk. Eksplisitt ved at oppgavene inneholder tall og matematiske symboler, og implisitt ved at oppgavene krever problemløsning- og resonneringsevner. Vi vil dermed anta at vi kan utvide rammeverket til Chapin et al. (2013) til andre områder hvor resonnering, diskusjon og argumentasjon er viktig. Det betyr ikke at vi mener at rammeverket er universelt, men at det kan benyttes for aktiviteter som innebærer resonnering, diskusjon og argumentasjon, slik de ofte gjør i matematikk.

### 2.3.1 Konstruktivistisk læringsteori

Jean Piaget blir sett på som opphavsmann av læringsteorien konstruktivismen, som fokuserer på mentale prosesser. De mentale prosessene omhandler en ide om at all kunnskap er konstruert (Noddings, 1990). Informasjon mottas, så velger man informasjonen som skal bearbeides, fortolkes og lagres i hjernen. Informasjonen som bearbeides i hjernen velges ut med utgangspunkt i personens tidligere erfaringer. Personen konstruerer egen kunnskap, derav navnet *konstruktivismen*. Kunnskap blir altså ikke sett på som noe som finnes, men noe som mennesket skaper. Konstruktivistisk læringssyn ser på læring som en aktiv prosess. Elevene konstruerer og rekonstruerer sine oppfatninger (Noddings, 1990). Det konstruktivistiske perspektivet deles ofte inn i to ulike fokus. Noen legger vekt på at barnet utforsker på egenhånd, *kognitiv konstruktivisme* (Noddings, 1990), mens andre legger vekt på at barnet lærer gjennom sosial samhandling, *sosial konstruktivisme* (Liu & Chen, 2010). I kognitiv konstruktivisme lærer barnet gjennom erfaringer, og kognitive strukturer aktiveres i prosessen av konstruksjon (Noddings, 1990). For eksempel om barnet sklir på isen lærer det at isen er glatt. Sosial konstruktivisme omhandler at man ser på kunnskap som «delte» ideer (Bishop, 1985), altså at kunnskap er noe man «blir enig om». Denne retningen støtter seg til Vygotsky og den sosiokulturelle læringsteorien når det gjelder hvordan barn lærer. I sosiokulturell læringsteori lærer barnet gjennom sosiale interaksjoner, og her er øvelse, språk og tanker i fokus (Liu & Chen, 2010). Både kognitiv og sosial konstruktivisme



omhandler at man som individ må utforske og skape egen kunnskap, og at kunnskap ikke er noe som finnes i seg selv.

Konstruktivistisk læringsteori er en viktig del av programmering. Papert, som er en viktig introdusør av programmering, bygde på Piagets ide om at elever konstruerer egen kunnskap i kontekster skapt av læreren (Bueie, 2019). Læreren har en viktig rolle i å skape muligheter for elevene hvor de kan bidra aktivt og utforske nye ideer som baserer seg på tidligere kunnskap. Kafai og Resnick (1996) påpeker at "(...) knowledge is not simply transmitted from teacher to student, but actively constructed by the mind of the learner" (s.1). Altså kan ikke kunnskap bare bli overført fra lærer til elev, men må bli konstruert av eleven selv. De påpeker også at elevene skal være aktive, og at de skal reflektere og dele med andre. I det videre vil vi forklare et av rammeverkene vi benytter i denne studien, de 5E'ene, som bygger på det konstruktivistiske læringssynet. I rammeverket beskrives fem undervisningspraksiser som læreren kan ta i bruk i programmering for at elevene skal konstruere egen kunnskap (Benton et al., 2016; 2017).

### 2.3.2 Rammeverk om programmering – de 5E'ene

Benton et al. (2017) påpeker at programmering er blitt utbredt i skolen, og dette er en av årsakene til at de har utviklet et rammeverk som omhandler undervisning i programmering. Dette rammeverket skulle være et «framework for action». diSessa og Cobb (2004) forklarer «framework for action» som en generalisering på tvers av flere teorier. Ved å finne de generelle sammenhengene mellom ulike rammeverk har de bygget opp ett rammeverk på disse. Benton et al. (2017) gjennomgikk relevant litteratur, akademisk litteratur som omhandlet undervisning av LOGO og en rekke lærebøker. Lærebøkene de undersøkte var bøker med mål om å støtte lærere i undervisning av programmering og matematikklærebøker for grunnskolen. I tillegg til å gjennomgå relevant litteratur samlet Benton et al. (2017) inn data, som omhandlet lærere og elevers behov og utfordringer i programmeringsundervisning i matematikk. Ut ifra den innsamlede dataen utviklet de et rammeverk som underbygger pedagogiske strategier for implementering av programmering. Benton et al. (2016) forklarer denne implementeringen av pedagogiske strategier slik: «It has been developed to provide guidance on the pedagogical strategies teachers may adopt to successfully implement different aspects of the SM (ScratchMaths) intervention» (s.28-29). Rammeverket ble derfor til for å underbygge de pedagogiske strategiene som en lærer bruker i undervisning i programmering. Rammeverket vil kunne brukes i veiledning av lærere som en del av den profesjonelle utviklingen (Benton et al., 2017). Benton et al. (2016) forklarer at de kalte rammeverket «5Es», da det består av fem undervisningspraksiser. I denne studien kaller vi rammeverket de 5E'ene. Undervisningspraksisene i rammeverket er fleksible og brukes ulikt i ulike kontekster, de har heller ingen spesifikk rekkefølge. Rammeverket består av undervisningspraksisene; Explore, Envisage, Explain, Exchange og bridgeE (Benton et al., 2016; 2017), som vi vil gjøre rede for i det videre.

*Explore*, eller utforske, omhandler at elevene lærer gjennom utforskning. I denne delen av rammeverket har Benton et al. (2016; 2017) tatt utgangspunkt i blant annet Paperts (1980) arbeid. Papert (1980) forklarer at utforskning med datamaskiner gjør at elevene blir bevisst sine tankeprosesser og de kan klare oppgaver som er mer komplekse enn det de klarer i den fysiske verdenen. Benton et al. (2016) mener elevene får benyttet egenskaper som problemløsning og kreativitet i utforskning. Selv om elevene i hovedsak skal utforske på egenhånd, har læreren en viktig rolle. For at elevene skal kunne undersøke ideer, prøve ut ting på egenhånd og rette opp misoppfatninger, må

læreren finne og utvikle aktiviteter som gir gode rammer for utforskning. For å få elevene til å utforske på egenhånd vil en balanse av struktur og rom for individuell utforskning være viktig (Benton et al., 2017). Hver elev kan trenge ulik mengde struktur og utforskning på egenhånd, og programmering er et godt landskap hvor det er enkelt å kunne tilpasse for hver enkelt elev. For å redusere mulighetene for at elevene skal koble seg av i arbeid med utforskning, trenger læreren oppgaver og verktøy som gir muligheter for å holde elevene aktive (Benton et al., 2017). Et verktøy for å holde elevene aktive i utforskningen er å stille åpne spørsmål som leder elevene videre.

*Explain* er den andre E'en i rammeverket, som oversatt til norsk betyr å forklare. Benton et al. (2016) påpeker at det å kunne forklare hva som har blitt lært og kunne forklare hvorfor man har valgt en spesifikk strategi, er et viktig aspekt ved det å forstå en ide. Å forklare har kognitive fordeler ved at ideer kan bli klargjort. En måte å få elever til å klargjøre sine ideer er å stille reflektive spørsmål, både i helklassesdiskusjoner og mellom medelever (Benton et al., 2016; 2017). Med reflektive spørsmål menes, som navnet tilsier, å få elevene til å reflektere. Eksempelvis i en helklassesdiskusjon kan læreren ved å lede diskusjonen stille spørsmål hvor elevene må tenke over strategiene de bruker for å løse oppgaver. Et reflektivt spørsmål kan være: «Hva er forskjellen på strategiene som er skrevet på tavla?». Elevene må i dette tilfellet reflektere over hva som gjør de ulike strategiene forskjellig, og forklare dette til medelevene sine på en forståelig måte.

Den neste undervisningspraksisen i rammeverket, *Envisage*, kan oversettes til det å forestille seg. Benton et al. (2016; 2017) forklarer at elevene burde bli oppmuntret til å forutse utfallet av programmet, før de bygger eller kjører det. Dette er ifølge Benton et al. (2016) nødvendig for å forstå en ide. Altså burde elevene lage seg en hypotese om hva resultatet vil bli, før de skal gjennomføre programmet. En like viktig del er å sammenligne det faktiske utfallet med hypotesen. Eleven burde altså forutse hvilket program som passer til et spesifikt utfall, og når programmet er gjennomført er det viktig med tid for refleksjon rundt det faktiske utfallet (Benton et al., 2017). Læreren burde ifølge Benton et al. (2017) fokusere på forståelse av problemløsningsprosessen eller på hvilken strategi elevene bruker, heller enn å fokusere på om løsningen er riktig eller feil. Prosessen innenfor denne delen av rammeverket kan hjelpe elever med å utvikle matematisk problemløsnings- og resonneringsevner (Benton et al., 2017). Elevene må resonnerer rundt hvorfor løsningen deres fungerer eller ikke fungerer, i tillegg til å argumentere for sin løsningsmetode. Benton et al. (2016) forklarer at det er viktig å balansere *Explore* og *Envisage*, hvor man gir anledninger til utforskning av mulige oppdagelser, men også anledninger til å forutse utfallet først.

*Exchange*, som oversettes til utveksling, omhandler å samarbeide og dele.

Han og Bhattacharya (2001) forklarer at samarbeid øker elevens evne til problemløsning, ettersom eleven utvikler ideer gjennom interaksjon med andre. Elevene må under samarbeidet prøve å se et problem fra en annens perspektiv (Benton et al., 2016). Ved å ta del i en annens perspektiv kan eleven lære nye ideer. Elevenes samarbeid og deling fører til en utveksling av kunnskap, hvor man deler og forsvarer egne ideer og setter seg inn i andres. Læreren må skape muligheter for at elevene skal kunne dele egne ideer, men også bygge på andres ideer (Benton et al., 2017). Eksempelvis kan en elev forklare sin strategi (*Explain*), slik at eleven får klargjort strategien for seg selv og sine medelever. For at det skal skje en utveksling må de andre elevene bygge videre på denne strategien, eller dele sin egen strategi i sammenheng med den første strategien.

Den siste undervisningspraksisen i rammeverket er *bridgE*, som betyr å bygge en bro mellom noe eller koble noe sammen. Benton et al. (2016) forklarer at «(...) ideas are seen as powerful partly through their connections with other disciplines» (s.7). Benton et al. (2016; 2017) påpeker at det er viktig å se på programmering i lys av matematikk. Det burde være eksplisitte koblinger mellom programmering og matematikk i aktivitetene og lærerens praksis. Programmering skaper gode muligheter for å lære matematikk, og er et verktøy man kan bruke for å lære matematiske konsept. Verktøyet kan til tider overskygge matematikken, og for å sikre at mulighetene for å lære matematikk ikke blir oversett må koblingen til matematikk gjøres tydelig for elevene. For å gjøre matematikken tydelig, kan læreren koble programmeringen til læreplanen i matematikk og bruke spørsmål som skaper diskusjoner (Benton et al., 2016). Eksempelvis kan man bygge bro mellom problemløsning og programmering, hvor man må dele problemet inn i mindre deler og finne mulige løsninger.

Disse fem E´ene skal kunne hjelpe lærere i programmeringsundervisning. De kan brukes til å underbygge lærerens valg av pedagogiske strategier, men også være et hjelpemiddel i planlegging av undervisning. To av E´ene, Explore og Explain, er verb som beskrives av Van De Walle, Bay-Williams & Karp (2014) som handlinger hvor elevene blir engasjert til å gjøre matematikk, og som gir mulighet til tenkning på et høyere nivå. Altså vil bruk av de 5E´ene, og dermed utforskning og forklaring, være et hjelpemiddel for å fremme elevaktivitet og konstruksjon av egen kunnskap. Gjennom hele studien vil vi bruke de originale navnene på de fem undervisningspraksisene (Explore, Explain, Envisage, Exchange og BridgE).

### 2.3.3 Sosiokulturell læringsteori

Slik det ble påpekt innledningsvis finnes det læringsteorier som peker på at språk og kommunikasjon har en viktig rolle i vår læring. En forkjemper for dette synet er Lev Vygotsky, som la grunnlaget for den sosiokulturelle læringsteorien. Ifølge Lee (2006) plasserer sosiokulturell teori språket i hjertet av læring. Dette fordi språket er det viktigste redskapet i sosial interaksjon. Språket har en planleggende funksjon, som gjør at den praktiske operasjonen blir mye mindre impulsiv og spontan (Cole et al., 1978). Man bruker altså ikke bare hender og øyne, men også språket for å løse praktiske oppgaver. Språket er ikke bare en viktig komponent i kommunikasjon med seg selv, men også for å forstå, samarbeide og søke hjelp hos andre.

Den sosiokulturelle læringsteorien handler om å bli en del av en kultur gjennom sosiale praksiser (Lee, 2006). Cole et al. (1978) forklarer at talen er viktig for vår læring og legger stor vekt på at læring skjer gjennom kommunikasjon mellom mennesker i sosiale settinger. Desto vanskeligere en oppgave er, desto viktigere er bruken av språket. Språket spiller en så stor rolle i problemløsning at oppgaver man klarer å løse ved bruk av språk, klarer man ofte ikke å løse dersom man ikke bruker det (Cole et al., 1978).

### 2.3.4 Rammeverk om den matematiske samtalen

Chapin et al. (2013) har utviklet et rammeverk som beskriver hvordan man kan skape de riktige forholdene for å støtte en god diskusjon. Slik vi har tolket rammeverket er det kun helklassediskusjoner som karakteriseres som den matematiske samtalen. Rammeverket består av fire steg i den produktive samtalen, og ulike *talk moves* innenfor hvert steg. *Talk moves* er strategiske måter å stille spørsmål som inviterer til deltakelse i klasseromssamtalen.

*Steg 1* i rammeverket handler om å hjelpe elevene med å klargjøre og dele deres egne tanker (Chapin et.al., 2013). For at det skal være mulig å gjennomføre en konstruktiv diskusjon hvor så mange som mulig av elevene deltar, er det viktig at læreren skaper et trygt miljø. Læreren er også avhengig av at elevene vet hvordan de skal dele sine tanker og resonnering på en måte som kan være forståelig for sine medelever. Det kan være utfordrende å forstå akkurat hva elever mener med sine utsagn. *Talk moves* som læreren kan bruke innenfor *Steg 1* skal hjelpe elevene med å klargjøre og dele deres egne tanker. Det kan gjøres ved at læreren stiller spørsmål om den aktuelle oppgaven, og bruker elevens navn for å få dem til dele sine tanker. For at elevens tanker skal bli tydelig både for eleven selv, medelever og læreren, kan det være til stor hjelp å få eleven til å si mer ved å stille spørsmål som; «kan du fortelle mer om hva du tenker?» eller «kan du gi et eksempel?» (say more...). Man kan også gjenta alt eller deler av det eleven sier, og spørre eleven om å bekrefte at det er det den mener (So are you saying...?). Dette kalles *revoicing* da man gjentar det eleven sier for å spørre om det faktisk er det den mener. Dette spørsmålet kan stilles på mange ulike måter. En annen *talk move* omhandler å gi elevene mer tid til å tenke (wait time). Det kan ofte være fristende å ta en av de første hendene man ser. Ved bruk av ventetid kan man få med en større andel av elevene i diskusjonen. Læreren kan også få elevene til å snu og snakke med hverandre (turn and talk). Dette er en hensiktsmessig teknikk da denne situasjonen er mindre stressende for elevene. De slipper å dele sine ideer høyt med hele klassen, og blir samtidig tryggere på å forklare sine tanker. Man kan også bruke skrivning som en metode for å få frem elevenes tanker (stop and jot). Da gir man elevene litt tid til å skrive ned løsningsforslag, svar eller spørsmål de måtte ha til oppgaven. Noen elever vil synes at det er lettere å dele tanker de har skrevet ned på forhånd. Det kan være en god ide å observere elevarbeidet og forhøre seg med noen elever om de er villige til å dele med klassen (Will you share that with the class?), slik at man vet hvem man skal plukke ut. På denne måten kan man være sikker på at ideen som blir delt er et godt grunnlag for en produktiv samtale.

*Steg 2* handler om å hjelpe elevene med å orientere seg rundt andres tanker (Chapin et.al., 2013). For å kunne gjennomføre en produktiv samtale er man avhengig av at elevene er delaktig i hele samtalen, og ikke bare fokuserer på sitt eget utsagn. Det vil føre til mange individuelle og usammenhengende utsagn, som ikke vil føre til en produktiv samtale. Det er derfor viktig at elevene vet at de må lytte og prøve å forstå medelevers resonnering, slik at de kan bygge videre på og delta i diskusjon rundt disse. *Talk moves* som tilhører dette steget omhandler å få elevene til å gjenta. Ved å gjenta hva andre elever har sagt (Who can repeat?) vil man koble på et større antall elever, siden de må kunne forklare andres tanker og løsninger. For å få elevene til å gjenta kan man for eksempel spørre: «hvem kan si det med egne ord?» eller «hvem kan gjenta det (elevens navn) sa?». Snu og snakk kan også være en teknikk som hjelper elevene med å orientere seg rundt andres tanker, ved at elevene etter samtalen kan gjenfortelle læringspartnerens tanker til klassen. Gjentakelse er veldig viktig for at alle elevene skal få med seg og forstå det som blir sagt. Mange trenger å høre ting flere ganger, og kanskje også på flere ulike måter for å kunne forstå det.

*Steg 3* dreier seg om å hjelpe elevene med å fordype seg i sin egen tenkning (Chapin et.al., 2013). Noen ganger er det ikke nok å kunne dele sin egen resonnering og lytte til andres. For at samtalen skal kunne gå videre og bli så produktiv som mulig, er det viktig at elevene lærer hvordan de bedre kan forstå og utdype sin resonnering. *Talk moves* som kan brukes innenfor dette steget, handler i hovedsak om å presse elevene til en dypere resonnering ved å stille spørsmål av ulik art om hvorfor de

tenker som de gjør (Why do you think that?). Spørsmålene kan variere ut fra klassetrinn og emne, men noen eksempler på spørsmål man kan stille er: «hvordan fikk du det svaret?», «kan du bevise det for oss?» eller «hva overbeviste deg om at det var det riktige svaret?». Dette gjør elevene mer bevisst på hvordan de faktisk har tenkt, og hvorfor.

*Steg 4* handler om å hjelpe elevene med å engasjere seg i andres resonnering (Chapin et al., 2013). Dette steget skiller seg fra *Steg 2* ved at det ikke lenger bare handler om å lytte og forstå andres resonnering, men virkelig sette seg inn i det og respondere. Det er først når dette skjer at den virkelige diskusjonen blomstrer. Her får elevene mulighet til å lære av hverandre. For å hjelpe elevene på veien til å klare å engasjere seg i andres resonnering kan man bruke *talk moves*. Disse teknikkene er spørsmål som kan få elevene til å diskutere rundt andre elevers resonnering og ideer. Det finnes mange måter å stille slike spørsmål; «hva tenker du om det?», «er du enig/uenig? Hvorfor?» eller «kan du legge til mer?».

Stegene har ikke en kronologisk rekkefølge, men noen skjer naturlig før andre. *Steg 1* må skje før alle de tre andre. Det må deles og klargjøres ideer for at samtalen skal kunne gå videre. *Steg 2* bør komme før *Steg 4*, da det er viktig at elevene forstår hverandres resonnering før de kan sette seg inn i og respondere på den.

### 2.3.5 Planlegging av den matematiske samtalen

Som tidligere nevnt, kan det være krevende å gjennomføre en matematisk samtale i klasserommet. Det handler ikke bare om å gjennomføre en samtale i matematikklasserommet, men om å lære nytt matematisk innhold. Fokuset på å få gjennomført en produktiv matematisk samtale bør starte allerede før undervisningen. Dersom man skal gjennomføre en matematisk samtale, er det ikke nok å ha skrevet ned «matematisk samtale» i planleggingsdokumentet. Planleggingen må gjøres nøye, og være gjennomtenkt for å oppnå en god matematisk samtale. Chapin et al. (2013) legger mye vekt på dette, og har i den forbindelse utviklet fire steg for å planlegge undervisning med produktiv matematikksamtale. Før man setter i gang med disse stegene er det viktig at elevene har en forståelse for hvordan man samtaler, og hvorfor man gjennomfører en slik type undervisning.

Det første steget går ut på å klargjøre et matematisk mål med utgangspunkt i det matematiske innholdet for den aktuelle undervisningstimen. Det er viktig å gjøre elevene klar over hva det er de skal lære. Det neste steget handler om å forutse misforståelser og utfordringer. Det er viktig at læreren er klar over disse på forhånd, og inkluderer dem i helklassediskusjon, slik at man kan veilede elevene i disse situasjonene. Det tredje steget handler om å vurdere hvilke spørsmål som støtter elevenes kunnskaper og læring. Her er det flere komponenter læreren bør ta hensyn til; læringsmålet, elevens forutsette misforståelser, å unngå spørsmål som kan svares med «ja» eller «nei» og å støtte seg til undervisningsmateriell. For å kunne planlegge undervisningen på best mulig måte bør man analysere det matematiske innholdet, og forutse hvilke spørsmål som kan bli aktuelle. Det er også viktig å tenke over nivået på spørsmålene man stiller, slik at spørsmålene faktisk utfordrer elevene. Da er det snakk om spørsmål som får elevene til å forklare, argumentere og lage koblinger, som igjen fører tenkningen deres fremover. Det fjerde og siste steget handler om å planlegge når man skal ta i bruk de ulike stegene, og hvilke steg i den matematiske samtalen man vil ha fokus på. I tillegg burde læreren planlegge hvordan den vil oppsummere økten, slik at elevene forstår nøkkelpoenget/læringsmålet i diskusjonen. Etter undervisningen er det lurt for læreren å

sette seg ned å reflektere over undervisningen og hvilke store ideer som dukket opp. Dette for å klargjøre egne tanker og reflektere over hvordan man bør gå frem i neste undervisningstime (Chapin et al., 2013).

## 3 Metode

I dette kapitlet vil vi forklare metoden vi har brukt for å undersøke problemstillingen og forskningsspørsmålene. For å gjøre dette vil vi se nærmere på utvalg av deltakere, konteksten og programmeringsaktiviteten vi har tatt i bruk i studien. Vi har tatt metodiske valg innen datainnsamling og analysemetode som har fått konsekvenser for studien, og disse valgene vil begrunnes i dette kapitlet. Vi vil også beskrive hvordan vi har sikret studiens troverdighet, og forklare studiens etiske betraktninger.

### 3.1 Metodisk tilnærming

«There is no one best way to plan and conduct research, just as there is no one single 'truth' to be discovered», (Cohen, Manion & Morrison, 2018, s. 3). I forskning kan man velge mange ulike stier, og disse stiene fører fram til ulike «sannheter». Dersom det ikke finnes én måte å planlegge og utføre forskning, hvordan skal man da vite hvilken metode man skal bruke? Valg av metode er på mange måter valg av «linser» man ser igjennom, og de ulike linsene vil gi ulike «sannheter» som resultat. Det er derfor viktig å tenke gjennom valg av metode på forhånd, og hvilke begrensninger og muligheter hver metode tilfører forskningen. Etter at man har valgt metode og samlet inn data, bearbeides datamaterialet og viktige deler velges ut. Hvilken mening som skapes avhenger av hvilken databehandlingsmetode som brukes (Olsson, Sörensen & Bureid, 2003). Metoden har altså mye å si for resultatet i studien.

I vår studie skal vi undersøke om matematisk samtale og undervisningspraksiser i programmering finner sted i undervisning med programmeringsaktiviteten Emil, og sammenhengen mellom dem. For å undersøke dette vil fokuset være på læreren. Lærerens handlinger og tanker rundt undervisningen vil være viktig for å se om det er noen sammenhenger mellom matematisk samtale og undervisningspraksiser i programmering. På bakgrunn av ønske om nærhet til og forståelse av læreren valgte vi å ta i bruk en kvalitativ tilnærming (Tjora, 2010). I det videre vil vi beskrive metoden vi har valgt.

#### 3.1.1 Kasusstudie med intervju og observasjon

I en kasusstudie undersøker man et lite utvalg detaljert (Tight, 2010, referert i Cohen et al., 2018). I vår studie undersøker vi derfor få deltakere i dybden. På denne måten kan man forstå hva som kan gjelde for andre tilfeller som ligner på kasuset. Adelman, Kemmis og Jenkins (1980, referert i Cohen et al., 2018) forklarer at kasusets aktiviteter som man skal studere skjer under viktige forhold. Det er hensiktsmessig å se kasuset innenfor sin kontekst, ettersom kasuset man skal undersøke vanligvis befinner seg i denne konteksten. Eksempelvis vil det være hensiktsmessig å se læreren undervise i klasserommet. Kasusstudier gir forskeren et eksempel på et ekte kasus i en ekte situasjon, og dette gjør ifølge Cohen et al. (2018) undersøkelsen lettere å forstå for leseren enn om man presenterer en leser for abstrakte teorier.

«Kasusstudier er en fellesbetegnelse på de metodene som brukes for inngående studier av et kasus, en person, en gruppe eller en sosial enhet» (Olsson et al., 2003, s. 90). I en kasusstudie kan man derfor bruke ulike metoder, så fremt metoden brukes til å undersøke et spesifikt kasus detaljert. Kasuset kan være en person, eksempelvis en

lærer, men det kan også være en gruppe, eksempelvis lærere på 3. trinn som underviser i matematikk. Dermed kan man se, slik som Stake (2005) referert i Thomas og Myers (2015) forklarer, at kasusstudier ikke er en metode i seg selv, men det er en ramme hvor man kan bruke flere ulike metoder. For å undersøke problemet i denne studien har vi gjennomført en kasusstudie med intervju og observasjon. Vi valgte intervju og observasjon på bakgrunn av at de to metodene gir oss to naturlige «linser» som fokuserer på ulike deler av fenomenet. Observasjon gir forskeren direkte data av hvordan læreren underviser, mens intervju gir forskeren data som er deltakerens tolkning av situasjonen. Ved å få tilgang til begge sider av fenomenet vil vi få et klarere bilde av situasjonen. Et klart bilde av situasjonen bidrar til at vi kan beskrive kasuset mer detaljert, som i dette tilfellet er lærerne som underviser i programmering på 3.trinn.

## 3.2 Pilotstudie

En pilotstudie er en forberedende undersøkelse, hvor hensikten er å teste ut undersøkelsesinstrumentet. I piloten kan man også teste ut hvordan undersøkelsen skal utføres rent praktisk (Olsson et al., 2003). Vi gjennomførte en pilot for å finne ut om metodene vi valgte ga oss datamaterialet vi trengte for å kunne svare på våre forskningsspørsmål. I pilotstudien intervjuet vi en matematikklærer på barneskolen. Vi ga læreren en introduksjon til programmeringsaktiviteten og ba han planlegge en undervisningstime med den. I intervjuet med læreren stilte vi spørsmål som vi hadde forberedt på forhånd. Ut ifra erfaringer gjort i pilotstudien, endret vi litt på spørsmålene for å gjøre de enklere å forstå. Vi gjorde også funn ved intervjumetoden. Metoden gikk ut på at hoved-intervjueren stilte spørsmål basert på intervjuguiden, mens den andre stilte tilleggs- og oppfølgingsspørsmål. Dette gjorde den etter hoved-intervjueren var ferdig med sine spørsmål. Denne metoden ga oss data som var nyttige for å kunne besvare forskningsspørsmålene. En annen grunn til at vi valgte denne intervjumetoden var at deltakeren kun måtte forholde seg til en intervjuer av gangen. Vi brukte samme hoved-intervjuer i datainnsamlingen som i piloten, da dette fungerte godt. Vi utførte også en pilot på observasjonen ved at vi gjennomførte to undervisningstimer i hver klasse. Noe av grunnen til at vi observere to timer var for å sjekke at datainnsamlingsverktøyet, lydopptaker og videokamera, fungerte. På denne måten fikk vi samlet inn data fra to undervisningstimer, hvor vi i siste time var sikre på at innsamlingsverktøyet fungerte. Verktøyet for å samle inn data fungerte godt, og vi trengte bare å forflytte det ene kameraet slik at vi fikk et større overblikk over klasseromssituasjonen.

## 3.3 Innsamling av datamateriale

Vi har i vår studie valgt å anvende lydopptaker og videokamera som verktøy for å samle inn datamateriale. Lydopptak ble tatt i bruk ved intervju av lærerne, da det var samtalen som var relevant for studien. For å få et tydelig bilde av klasseromsituasjonen, ble både lydopptaker og videokamera tatt i bruk ved observasjon. Lærerne hadde lydopptakeren rundt halsen i undervisningen. Ettersom lærerens undervisning er det vi har fokus på i vår studie, var det viktig at vi fikk gode opptak av lærerens utsagn. Lydopptak er noe som ofte blir brukt under intervju, fordi forskeren da vil vite at den får med seg det som blir sagt. Når intervjueren vet at den får med seg det som blir sagt vil konsentrasjonen rette seg mer mot deltakeren. På den måten kan man i større grad sikre god kommunikasjon og flyt i intervjuet (Tjora, 2010). Vi plasserte to videokamera bakerst i rommet for å få et helhetlig bilde av hva som foregikk i klasserommet. Samtidig fikk vi lydopptak av det som ble sagt i undervisningen. Vi har fokus på kommunikasjon i vår studie, og kommunikasjonen kommer best frem dersom man kan se hvem som deltar i den,



hvordan de beveger seg og hvilke uttrykk de har, altså kroppsspråket. Tjora (2010) forklarer at man med video får en detaljert gjengivelse av det som skjer, og denne gjengivelsen er ikke tolket. Altså kan man som observatør se situasjonen flere ganger og ha ulikt fokus for hver gang. Eksempelvis kan man undersøke en lærers undervisning og observere hvordan læreren beveger seg i klasserommet, hvordan læreren snakker og hvem læreren snakker til.

På bakgrunn av at vi ser på både programmering og matematisk samtale i klasserommet samtidig, ville det vært utfordrende å ta feltnotater uten annet datainnsamlingsverktøy. Lyd- og videoopptak av klasseromssituasjonen er derfor viktige redskap i innsamling av vår data. Lydopptak fra intervjuene og undervisningstimene har blitt transkribert, og brukt i analyse. Videre i kapittelet beskriver vi utvalget av deltakere og konteksten for studien, og de ulike innsamlingsmetodene som har blitt brukt.

### 3.3.1 Kontekst og utvalg av deltakere

Vår studie er konsentrert rundt to lærere på barneskolen. Begge lærerne ble observert i to undervisningstimer i programmering. Grunnen til at vi har tatt for oss få deltakere og undervisningstimer er fordi vi ønsker å gi en detaljert beskrivelse av et spesifikt utvalg. Hensikten vår er dermed å undersøke hvordan man kan, og ikke hvordan man skal undervise i programmering. En annen årsak er begrenset tid og økonomi. Denne studien er altså en kasusstudie av to eksempler.

I vår studie har vi foretatt en kriteriebasert utvelgelse, som vil si at vi gjorde utvalget basert på noen kriterier (Christoffersen & Johannessen, 2012). Et kriterium var at lærerne underviste på barneskolen, ettersom Emil er beregnet for 3.trinn. Vi bestemte oss for at studien skulle basere seg på undervisning med programmeringsaktiviteten Emil, og derfor var det viktig for oss at skolene vi skulle besøke underviste med denne. Det var også hensiktsmessig at lærerne hadde erfaring med Emil, slik at det ikke var helt nytt for dem da vi kom for å observere deres undervisning. Deltakerne ble altså valgt ut ifra hensiktsmessighet mer enn representativitet.

Basert på kriteriene falt valget på to skoler i en kommune i Vest-Norge. Vi kom i kontakt med skolene via en som jobber i denne kommunen. Vi tok altså i bruk snøballmetoden ved at vi forhørte oss med andre om hvem vi burde velge (Christoffersen & Johannessen, 2012), ettersom vi ikke kunne velge tilfeldige deltakere. Personen fra kommunen deltok på workshop om programmeringsaktiviteten Emil, som ble holdt i Trondheim. Han fungerte som en døråpner for oss (Christoffersen & Johannessen, 2012), og hjalp oss med å finne skoler og lærere som var villige til å la seg observere. Vi kom dermed i kontakt med to lærere via mail og telefon, og fikk observere disse på 3.trinn på to ulike skoler, skole A og B. Antall elever i de to klassene var ulike. I klassen på skole A var det 12 elever, mens i klassen på skole B var det 24 elever. Begge klasserommene hadde ganske lik utforming. Elevene satt i par som var stilt opp i rekker. Alle elevene på begge skolene hadde hver sitt nettbrett som de brukte både i undervisning og til leksearbeid. Begge lærerne hadde undervist med Emil ca. like lenge, og de var begge på bokstav D i den første undervisningstimen vi observerte. I den andre undervisningstimen vi observerte var klassen på skole B på bokstav D, og klassen på skole A på bokstav E. Hva bokstavene betyr vil bli forklart i delen om læringsaktiviteten.

Våre to kasus er Sigrid og Jon. Sigrid er lærer for klassen på skole A og Jon er lærer for klassen på skole B. Vi sendte lærerne et infoskriv om studien på forhånd (se vedlegg 1), slik at de visste noe om hva vi skulle undersøke i deres undervisning. For å unngå å

påvirke datamaterialet, holdt vi informasjon tilbake om de to rammeverkene vi skulle bruke i studien. Lærerne visste at vi skulle se på undervisning med Emil, men ikke at vi skulle undersøke matematisk samtale. Slik sikret vi at lærerne ikke tok i bruk matematisk samtale fordi de visste at vi ville se etter det, men fordi det var lærernes egne praksiser. Det var ingen store utfordringer for lærerne ved å delta i vår studie, ettersom vi skulle observere undervisning som ville funnet sted uavhengig av om vi var der eller ikke. Likevel måtte lærerne endre timeplanen slik at vi fikk observere to undervisningstimer med Emil, og utføre to intervju med hver av lærerne i tidsrommet vi var der. Begge lærerne var erfarne og hadde jobbet i skolen i henholdsvis 17 (Sigrid) og 10 år (Jon). Jon hadde erfaring med programmering. Dette innebar noe utdanning som inneholdt programmering, og noe ansvar for IKT og programmering på skolen. Sigrid hadde noe mindre erfaring med programmering. Likevel var begge positive til å bruke programmering og Emil i undervisningen. Både Sigrid og Jon hadde vært på en workshop som er anbefalt å delta på før man tar i bruk Emil.

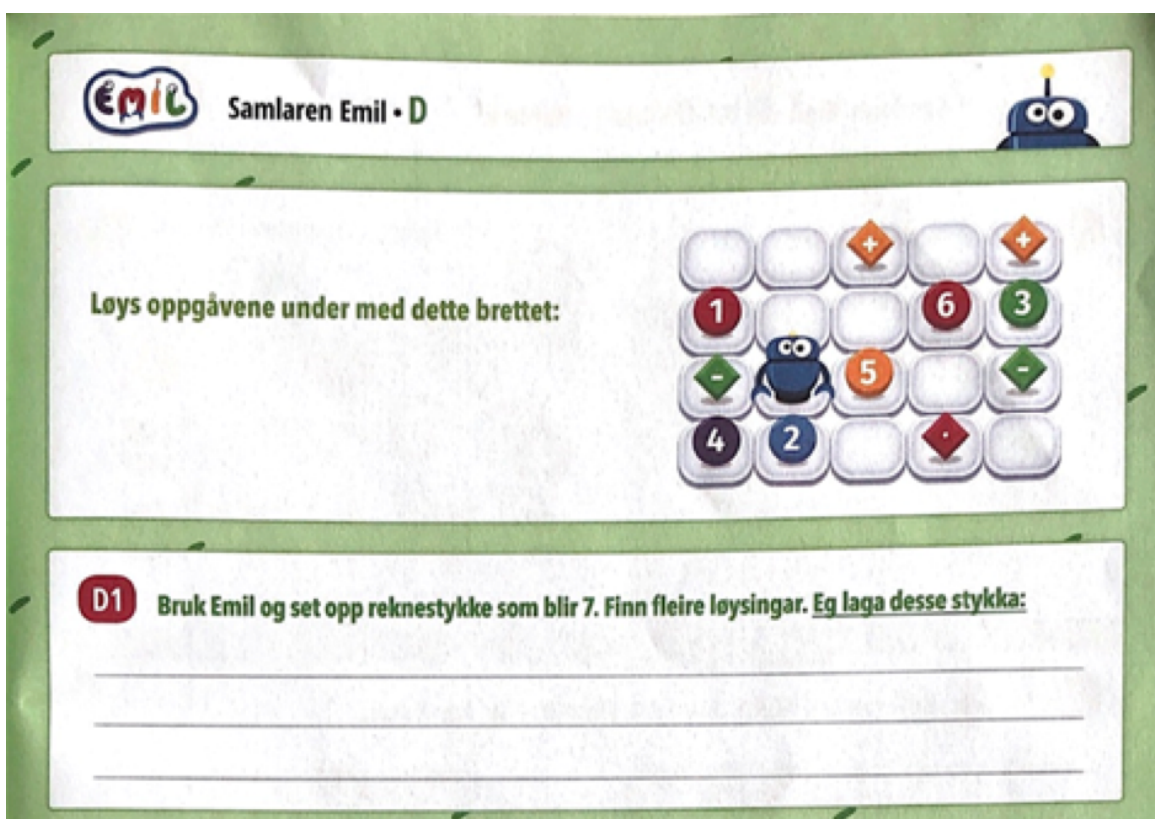
### 3.3.2 Programmeringsaktiviteten Emil

Vi har valgt å bruke programmeringsaktiviteten Emil i vår studie. Emil er utviklet i Bratislava av blant annet Ivan Kalaš. Flere land har begynt å ta i bruk Emil, blant annet Sveits, Slovakia, England og Norge (Robotemil, 2018). Som nevnt tidligere er Emil beregnet for 3.trinn, men det jobbes med å utvikle programmeringsaktiviteten for alle trinn på barneskolen. Denne programmeringsaktiviteten er en ny metode for å lære grunnleggende programmering og algoritmisk tenkning (Urbanová, 2019). Programmering blir beskrevet av Utdanningsdirektoratet (2016) som «prosessen fra å identifisere problemer og utforme mulige løsninger, til å lage kode som kan forstås av en datamaskin, systematisk feilsøke og forbedre denne koden, og dokumentere løsningen på en forståelig måte» (s.37). Når man arbeider med programmeringsaktiviteten Emil, buker man en lignende prosess. Først skal elevene forstå problemet og utforske det i samarbeid med en læringspartner. Deretter planlegge og tenke ut mulige løsninger, og utføre det man har planlagt. Elevene må ha utholdenhet i å finne løsninger og korrigere de om det trengs, og til slutt dokumentere løsningene i arbeidsboka ("Teacher material – Emil", 2019).

I lærerveiledningen ("Teacher material – Emil", 2019) forklares det at Emil inneholder mange ulike oppgaver, som kan knyttes på kryss og tvers av fag. Et av målene med Emil er at det kan brukes tverrfaglig. Aktiviteten oppfordrer også til samarbeid og utforskning, da det er lagt opp til at elever alltid skal jobbe i par med nettbrett eller datamaskin. De skal i tillegg ha hver sin arbeidsbok som de skriver i. Disse elementene er ubrukelig uten hverandre, så det er viktig at elevene både får jobbe digitalt og i arbeidsboka. Emil gir ikke tilbakemeldinger, slik vi ofte ser i andre nettbaserte oppgaver. Det er ment at elevene skal gi tilbakemeldinger til hverandre. I den norske versjonen av oppgaveboka til Emil, står det blant annet at «I ei livleg og positiv atmosfære kan elevane skape, løyse problem, forklare og lytte til kvarandre» (Urbanová, 2019, u.s.). Selv om mange elever ser på det å arbeide med Emil som noe gøy, og kanskje forbinder det med et morsomt spill, er den skole-orientert og basert på vitenskapelig forskning og mange år med arbeid med både lærere og elever (Robotemil, 2018). Det er lagt opp til at elevene skal ha det gøy, men at de samtidig skal lære.



Figur 3.1: Oppgave D1 i Emil-appen



Figur 3.2: Oppgave D1 i arbeidsboka

Emil er delt inn i tre verdener med økende vanskelighetsgrad, og skal derfor følges kronologisk. Alle tre verdenene inneholder en ordnet progresjon av oppgaveenheter på ni bokstaver, A, B, C ... til H. Det er viktig at man følger rekkefølgen på bokstavene. Figur 3.1 og 3.2 viser hvordan første oppgave i bokstaven D ser ut i Emil-appen (Figur 3.1) og i arbeidsboka (Figur 3.2). Antall oppgaver innenfor hver bokstav varierer fra 3 til 12. De hadde begge gjort ca. 12 oppgaver i forkant av vår observasjon. Til hver av verdenene følger en lærerveiledning hvor alle bokstavene blir nøye gjennomgått med læringsmål, beskrivelse av hvilke databehandlingskonsepter og prosedyrer oppgavene støtter, lærerstøtte til hver enkelt oppgave, hvordan man kan utvide oppgavene og diskusjonspunkter som kan tas i bruk i gruppediskusjoner om oppgavene. ("Teacher material – Emil", 2019). Elevene får lite hjelp av læreren i arbeid med Emil. Læreren skal ikke forklare hva elevene skal gjøre, kun organisere undervisningstimen, stille relevante spørsmål og støtte elevenes arbeid. Når de har løst en oppgave eller flere, skal læreren styre en gruppediskusjon. Denne diskusjonen sies å være veldig viktig for læringsprosessen for hver enkelt elev.

Det er mye man kan lære ved bruk av Emil. I arbeidsboka står det blant annet at «vårt mål er at elevene skal få eit nytt verktøy, i form av programmering, som dei kan bruke til å utforske og lære» (Urbanová, 2019, u.s.). Det er altså et mål at elevene skal lære ulike ferdigheter ved å arbeide med Emil. Utviklerne selv har satt fokus på tre ferdigheter de mener Emil støtter utviklingen av (Robotemil, 2018):

- Moderne programmering og tenke-ferdigheter
- Kritisk og analytisk tenking
- Databehandling som et nytt instrument for oppdagelse, læring og skapelse

(Robotemil, 2018, u.s.) [vår oversettelse fra engelsk]

Disse ferdighetene er viktig for dagens elever å utvikle, da programmering stadig blir en større del av samfunnet. I disse ferdighetene har også algoritmisk tenkning, logisk og matematisk tenkning, kreativitet, kommunikasjon og det å uttrykke seg selv, en sentral plass (Robotemil, 2018). Elevene lærer at det er greit å gjøre feil, at det ikke alltid trenger å være en korrekt løsning og at noen oppgaver ikke nødvendigvis har en løsning. Ved bruk av Emil ønsker utviklerne at elevene skal lære å ikke gi opp, selv om man ikke finner en løsning ved første forsøk (Urbanová, 2019, u.s.). Elevene skal utforske og lære seg å samarbeide, noe som ikke bare er viktig i arbeid med Emil, men i livet generelt. Gjennom samarbeid vil elevene også kunne lære seg å uttrykke sine tanker og diskutere med andre. Det er altså mange ferdigheter og kompetanser man kan lære ved bruk av Emil.

### 3.3.3 Intervju

«Hvis du gjerne vil vite, hvordan folk forstår deres verden og deres liv, hvorfor så ikke tale med dem?» (Kvale & Brinkmann, 2008, s.15). I et intervju snakker man med en annen person for å prøve å forstå dem og deres verden. Tjora (2010) peker på at vi ved intervju får innblikk i livsverdenen til deltakeren, og at vi kan se verden fra deltakerens ståsted. Christoffersen og Johannessen (2012) forklarer at intervju er en fleksibel metode, fordi den kan brukes nesten overalt og gjør det mulig for forskeren å få beskrivelser som er både fylldige og detaljerte. Deltakerens svar er dataen, og dataen vil være deltakerens tolkning av situasjonen.

Det finnes mange typer intervju. Intervjutyperne kan plasseres på en skala satt opp etter strukturingsgrad fra fast strukturerte, eksempelvis spørreundersøkelse med faste spørsmål og svarkategorier, til intervju med lav strukturingsgrad, eksempelvis terapeutiske intervju som er mer som en samtale. I denne studien vil vi fokusere på semistrukturerte intervju, som befinner seg på midten av denne skalaen. I semistrukturerte intervju har intervjueren noen tema eller spørsmål som er skrevet ned på forhånd, for eksempel i en intervjuguide. I løpet av intervjuet ønsker intervjueren å gå gjennom disse spørsmålene, men kan i tillegg stille oppfølgingsspørsmål til det deltakeren sier.

For å skape en samtale hvor det er enkelt for deltakeren å dele kunnskap, må man skape trygge rammer for intervjuet. Dette kan man gjøre ved å ha en oppvarmingsfase i starten av intervjuet. I oppvarmingsfasen forteller intervjueren om studien og om seg selv, og stiller enkle faktaspørsmål. Denne fasen skaper trygghet hos deltakeren om at han eller hun behersker situasjonen (Christoffersen & Johannessen, 2012). Christoffersen og Johannessen (2012) forklarer også at situasjonen påvirkes av stedet man gjennomfører intervjuet. Intervjuet burde foregå i et rom hvor man ikke lett forstyrres, og det er viktig at det er et sted hvor deltakeren føler seg trygg.

Når man bruker intervju som metode kan man møte på flere utfordringer. En av disse utfordringene er å forstå det deltakeren sier «mellom linjene» (Olsson et al., 2003). Dette krever mye av intervjueren som vil måtte prøve å gjengi sin tolkning av deltakerens svar. Intervjueren vil da kunne få en umiddelbar bekreftelse på om gjengivelsen er riktig. En annen utfordring er at deltakeren kan forsøke å svare det den mener er «riktig» på spørsmålene (Tjora, 2010). Altså at deltakeren svarer slik at den framstår i et godt lys i studien til forskeren. Dette kan gjøre at resultatene i studien blir feilaktig. Når intervjueren lager intervjuguiden, vil det ifølge Olsson et al. (2003) være mulig at spørsmålene innehar antakelser om intervjupersonens kunnskaper, innstilling og atferd. Når man legger spørsmålene slike antakelser kan dette påvirke stemningen under intervjuet. Eksempelvis vil deltakeren kunne føle at den ikke har kompetanse dersom spørsmålene er vanskelig å forstå.

### **Gjennomføring av intervju**

For å skape trygge rammer i intervjuene brukte vi en oppvarmingsfase, hvor vi forklarte deltakeren hva intervjuene skulle omhandle, og stilte enkle startspørsmål som for eksempel: *Hvor lenge har du jobbet som lærer?* For at deltakerne skulle ha det mest mulig behagelig spurte vi hvor de hadde lyst til å gjennomføre intervjuene. Intervjuene med den ene læreren foregikk derfor på dens kontor, og på grupperom med den andre læreren. Det ble utført intervju før og etter den andre undervisningen, ettersom lærerne på dette tidspunktet var mer vant til vår tilstedeværelse. Årsaken til at det ble utført to intervju var at vi som forskere ønsket å få innsyn i hva lærerne tenkte å gjøre i undervisningen, og hvilke tanker de hadde om hva som faktisk skjedde i undervisningen.

Vi utformet en delvis strukturert intervjuguide før intervjuene (se vedlegg 2). Intervjuguiden inneholdt spørsmål som var konstruert på bakgrunn av forskningsspørsmålene, i tillegg til at det ble det stilt oppfølgingsspørsmål. I intervjusituasjonen var vi en lærer og to intervjuere. Som tidligere nevnt stilte hoved-intervjueren spørsmål basert på intervjuguiden, mens den andre intervjueren stilte tilleggs- og oppfølgingsspørsmål. Dette gjorde den etter hoved-intervjueren var ferdig med sine spørsmål. Det var en fordel å være to intervjuere fordi vi fikk to perspektiver på hvilke spørsmål vi hadde behov for å få svar på, og dette ga oss en dypere forståelse av

personens livsverden. Som intervjuere hadde vi en interessert holdning, som vil si at vi ga små nikk og bekreftende «mhm» og «ja». I intervjuet ga vi læreren rom til å forklare seg. Når det ble stille eller deltakeren tok pause i forklaringen lot vi som intervjuere det gå lang tid før vi sa noe. Det ble brukt lydopptak under intervjuet. Dette gjorde at det ikke var nødvendig å skrive ned det deltakeren sa underveis i intervjuet, og vi kunne dermed fokusere på deltakerens utsagn.

### 3.3.4 Observasjon

Fra metoden observasjon får man ofte detaljerte beskrivelser av menneskers atferd, aktiviteter eller handlinger, i tillegg til data som omhandler mellommenneskelig samhandling (Christoffersen & Johannessen, 2012). Under observasjonen får man observere personer i deres naturlige setting, som gjør at man kan få et innblikk i deres verden og kan beskrive denne verdenen.

Gold (1958, referert i Tjora, 2010) forklarer fire ulike roller en observatør kan ha. Disse rollene er; fullstendig deltaker, observerende deltaker, deltakende observatør og fullstendig observatør. En fullstendig deltaker er en deltaker i settingen den observerer, hvor de som blir observert ikke vet at denne deltakeren er en forsker. Derimot vil en fullstendig observatør ikke delta i settingen, men ser fenomenet utenfra. Begge disse rollene, fullstendig deltaker og observatør, kalles skjult observasjon. Skjult observasjon omhandler at de som observeres ikke vet at de blir observert. Observerende deltaker og deltakende observatør kalles åpen observasjon. Under åpen observasjon vet de som observeres at de blir observert. En deltakende observatør er først og fremst deltaker i settingen, så observatør. Mens en observerende deltaker er først og fremst tilskuer i settingen, men kan inngå i ulike former for interaksjon. Tjora (2010) foreslår å bruke begrepet interaktiv observasjon, i stedet for å bruke deltakende observatør og observerende deltaker. Dette fordi det i løpet av observasjonen oppstår ulike former for involvering hvor det er en bevegelse mellom å være mer aktiv og passiv. Altså kan man under noen deler av observasjonen føle seg som en deltakende observatør, og i andre deler av observasjonen føle seg som en observerende deltaker. Ved bruk av begrepet interaktiv observasjon vil forskeren være en ren observatør, men samtidig kan forskeren inngå i eksempelvis samtaler med dem man observerer, slik at det ikke blir en like unaturlig passiv observasjonsrolle.

Det er noen fordeler og ulemper ved bruk av observasjon. Fordelen ved å bruke observasjon er at man som forsker får direkte tilgang til det man undersøker (Christoffersen & Johannessen, 2012). Ved eksempelvis intervju vil man få tilgang til det man undersøker ved å få fortalt deltakerens tolkede beskrivelse av situasjonen, mens man ved observasjon får data som ikke er tolket. Tjora (2010) viser til at man ved å observere unngår å trekke forskningsdeltakerne ut av situasjonen eller arbeidet de holder på med, og bruker dermed ikke noe ekstra av tiden deres. Olsson et al. (2003) påpeker at det ved observasjon er mulig å observere hvordan en person oppfører seg, men utfordringen vil være å vite hvorfor personen oppfører seg som den gjør i den bestemte situasjonen. Som observatør vil man ikke kunne stoppe den eller de man observerer i deres naturlige setting for å stille spørsmål som kan beskrive situasjonen mer detaljert. Tjora (2010) påpeker at observasjonsstudier bidrar til en *forskningseffekt*, som omhandler at de som blir observert oppfører seg og handler annerledes enn de ellers ville gjort. Eksempelvis om man bruker videoopptak vil muligens elevene bry seg mye om kameraet, og dermed ikke ha like stort fokus på undervisningen som de ellers ville hatt.

## Gjennomføring av observasjon

Under observasjonen tok vi som forskere en interaktiv observasjonsrolle. Rollen omhandlet at vi satt bakerst i klasserommene, og ikke tok del i samtaler om selve faget. Vi fokuserte på å være observatør under observasjonen og ikke på å delta. I tillegg til å være til stede under observasjonen, brukte vi videoopptak. Ved å bruke videoopptak kunne vi se tilbake på ulike situasjoner ved senere anledninger. For å minske forskningseffekten observerte vi to undervisningstimer i hvert klasserom. Ved å bruke både intervju og observasjon ble datamaterialet detaljert. Det ble derfor mulig å få vite hvordan og hvorfor lærerne oppførte seg som det de gjorde i den bestemte situasjonen.

## 3.4 Metode for analyse av datamateriale

Vi tok i bruk flere metoder for innsamling av data i denne studien, både intervju og observasjon. Vi transkriberte lydopptak fra intervjuene og observasjonene i første fase av analysearbeidet. Kvale og Brinkmann (2009, referert i Lotternes & Skrivervik, 2015) mener at det å transkribere datamaterialet gjør det bedre egnet for analyse, da det er en metode for å strukturere intervjuene fra muntlig til skriftlig form. Det å få se både intervjuene og observasjonene i skriftlig form, gjorde at det ble lettere å oppdage ting som ikke kom like godt frem i lydopptakene. Ifølge Cohen et al. (2018) vil transkripsjonsarbeidet også føre til at forskeren får god kjennskap til materialet. Å gjøre om datamaterialet fra muntlig til skriftlig form kan ha noen ulemper. Nyanser og aspekter som stemningen, dialektord som kan ha særegen betydning, tonefallet og pauser kan forsvinne i oversettelsesprosessen. Nilssen (2012, referert i Bjerke, 2017) mener derfor at en transkripsjon aldri vil bli helt nøyaktig. Selv om noe kan falle bort i overgangen til transkripsjon er det viktig å være bevisst på å ivareta meningsinnholdet til deltakeren, og ikke la sine egne tolkninger som forsker skinne gjennom. Vi har forsøkt å på best mulig måte gjøre transkripsjonene så sannferdig som mulig ved å være bevisst disse ulempene. Transkripsjonene ble oversatt til bokmål, da dette vil gjøre det enklere for leseren å forstå innholdet, men først og fremst for å anonymisere deltakerne i forskningsprosjektet. Vi har valgt å skille mellom analysemetoden for intervju og observasjon, da vi har utført disse analysene ulikt.

### 3.4.1 Analysemetode for intervju

I analysen av intervjuene tok vi i bruk en induktiv tematisk analyse, hvor vi gjennomgikk datamaterialet og genererte koder og temaer ut fra hva vi fant interessant. Når man identifiserer temaer og mønster i data ved induktiv metode kan man se på det som en "bottom up" metode (Frith & Gleason, 2004, referert i Braun & Clarke, 2006). Det vil si at datamaterialet "bestemmer" hvilke koder som identifiseres. Vi analyserte intervjuene hver for oss ved at vi markerte det vi syntes virket interessant. Dette gjorde vi delvis uavhengig av teori, men med rammeverkene i bakhodet. Vi kan derfor si at vi gjennomførte en delvis induktiv analysemetode, ettersom Braun og Clarke (2006) påpeker at en induktiv analyse er en kodingsprosess hvor man ikke prøver å tilpasse kodene til et forhåndsbestemt rammeverk.

Deretter satte vi oss sammen, gjennomgikk alle markeringene og lagde koder til hver av dem. Kodene ble naturligvis også delvis påvirket av vårt fokus på rammeverkene. Da alle kodene var på plass, forsøkte vi å samle dem i tema. Ifølge både Braun og Clarke (2006) og Tjora (2012) skal kategoriseringen fange kodene som er relevant for forskningsspørsmålet/problemstillingen. Noen av kodene måtte vi fjerne, da de ikke hjalp oss med å besvare forskningsspørsmålene. Ettersom våre forskningsspørsmål er nært knyttet til våre rammeverk ble det naturlig at temaene også kan knyttes til disse. Vi kom

frem til fire temaer som var hensiktsmessig for problemstillingen og forskningsspørsmålene våre; *Lærerens tanker rundt læringsmål og plan for undervisningen, Lærerens tanker rundt hvordan man kan få elever til å utforske, Lærerens tanker rundt hvordan man kan få elevene til å snakke matematikk og Lærerens tanker rundt koblingen mellom programmering og matematikk*. Disse danner utgangspunktet for hovedtemaene i resultatet. Denne analyseprosessen viser at selv om vi kodet med rammeverkene i bakhodet lot vi datamaterialet tale for seg selv. Årsaken til at vår induktive analyse ble gjort delvis på bakgrunn av teori, er fordi intervjuet er et tillegg til datamaterialet fra observasjonene. Det var derfor viktig for oss å kunne knytte funnene fra denne analysen med funn fra observasjon.

### 3.4.2 Analysemetode for observasjon

I analyse av observasjonene valgte vi i motsetning til induktiv metode, en deduktiv metode, ved at vi kodet ut fra de to teoretiske rammeverkene som er presentert i teorien (Braun & Clarke, 2006). I denne metoden anvendes teorien for å stille hypoteser som deretter skal bekreftes eller avkreftes (Postholm & Jacobsen, 2011, referert i Bjerkeli, 2017). Vår hypotese er at man kan se en sammenheng mellom matematisk samtale og undervisningspraksiser i programmering. Denne deduktive metoden blir av flere kalt en teoretisk tematisk analyse. I denne analysemetoden bruker man en «top down» metode for å se på datamaterialet (Boyatzis, 1998 og Hayes, 1997, referert i Braun & Clarke, 2006), hvor man analyserer ut fra ulike tema eller koder basert på teori. Med andre ord, en kodingsprosess av datamaterialet hvor man prøver å passe inn i en forhåndsbestemt koderamme (Braun & Clarke, 2006). Dermed vil presentasjonen av våre funn i resultatet ta i bruk begreper fra de teoretiske rammeverkene. Ifølge Braun og Clarke (2006) har denne formen for analyse en tendens til å gi en mindre rik beskrivelse av datamaterialet, og i stedet gi en mer detaljert analyse av noen aspekter. Dette kan man se ved at vi har tatt utgangspunkt i kodene fra rammeverkene, og det er kun utsagn fra lærerne med tilknytning til kodene vi har gitt oppmerksomhet. Dersom vi hadde brukt en induktiv metode ville vi kanskje fått andre, og flere funn, som faller bort ved bruk av deduktiv metode. Etersom våre forskningsspørsmål er tett knyttet opp mot rammeverkene falt valget på denne metoden for å best kunne besvare disse.

Matematisk samtale	
Steg 1	Klargjøre og dele egne tanker Tenketid, snu og snakk, dele med klassen, revoicing, stopp og noter. Når læreren stiller spørsmål som bare krever et enkelt svar. Når læreren hjelper eleven med å klargjøre egne tanker.
Steg 2	Hjelpe elever å orientere seg rundt andres tanker Gjenta, fortell hva partneren din sa. Når læreren får elevene til å gjenta det en medelev har sagt. Kan være elevens forståelse av en medelevs tanker.
Steg 3	Hjelpe elever å utdype sin egen resonnering Spørsmål som presser elevene til dypere resonnering. Krever mer enn løsningen, også hvordan man kom frem til løsningen.
Steg 4	Hjelpe elever å engasjere seg i andres resonnering Spørsmål som får elevene til å diskutere, ikke bare gjenta, medelevs resonnering. Hva tenker du om det? Enig/uenig, legge til, tenketid.

**Figur 3.3: Beskrivelse av kodene i rammeverket til Chapin et al. (2013)**



5E'er	
Explore	Undersøke - prøve på egenhånd Oppgaven læreren gir, dersom den er utforskende. Når læreren ber elevene prøve på egenhånd. Spørsmål fra læreren som gjør at elevene undersøker.
Envisage	Forutse utfallet av oppgaven og reflektere over utfallet Oppgave som gjør at eleven skal forutse utfallet. Læreren stiller spørsmål som gjør at envisage skjer. Begge, forutse og reflektere over utfallet, må skje.
Explain	Bruk av reflekterende spørsmål - som klargjør elevens ideer Når læreren stiller spørsmål som kan få elevene til å reflektere og klargjøre sine ideer
Exchange	Dele å bygge på andres ideer Når elever deler og bygger på medelevers ideer (begge må skje). Det skjer en utveksling.
bridgE	Kobling til læreplanen i matematikk Må være en kobling mellom programmering og matematikk som er eksplisitt for eleven.

**Figur 3.4: Beskrivelse av kodene i rammeverket til Benton et al. (2016; 2017)**

Da vi transkriberte observasjonene brukte vi for det meste lydopptakene og så sjeldent på videoopptakene. Vi så på videoopptakene dersom vi var i tvil om hvilke elever som snakket, eller dersom det var usikkert om det var en samtale med noen få elever eller hel klasse. Lydopptakene var av bedre lyd kvalitet, og var derfor enklere å transkribere. Vi kodet etter forhåndsbestemte koder, og valgte å bruke fargekoding for å skille på disse. Vi ga rammeverket til Chapin et al. (2013) som omhandler matematisk samtale lilla/rosa/rød fargeskala (Figur 3.3) og rammeverket til Benton et al. (2016; 2017) som omhandler de 5E'ene gul/grønn/blå fargeskala (Figur 3.4). Ved å fargekode de 8 kodene ble arbeidet med å sortere data enklere, da det ble mer oversiktlig. Fargene gjorde det også lettere å se hvilke koder som var mest hyppige og hvilke som var sjeldne. Selv om noen av kodene var veldig fraværende har vi likevel valgt å ta de med i resultatet. Braun og Clarke (2006) påpeker at viktigheten av en kode ikke nødvendigvis avhenger av dens hyppighet, men ut ifra om den fanger noe viktig i relasjon til forskningsspørsmålet. Ettersom vi undersøker på hvilken måte undervisningspraksiser i programmering og den matematiske samtalen kommer til syne i undervisning, er det viktig for oss å også inkludere kodene som var mindre hyppige. Vi kodet først alle transkripsjonene av observasjon hver for oss, før vi sammenlignet og deretter samkodet. På denne måten fikk vi et resultat som begge var enig i. Det at vi var to ga oss en fordel i analysearbeidet, da man kunne oppdage noe den andre hadde oversett. Dermed ble kodingen mer detaljert. Vi kodet med ett rammeverk av gangen. Dette gjorde vi for at det skulle bli lettere å holde oversikt over kodene i kodingsarbeidet, slik at vi ikke overså noe eller blandet de to rammeverkene. Etter vi hadde samkodet lagde vi tabeller hvor vi brukte kodene og deres farger for å fremstille hvor ofte hver kode forekom i de ulike undervisningstidene.

### 3.5 Forskningens troverdighet

Som forsker er det å sikre forskningens kvalitet og troverdighet noe av det viktigste i forskningsarbeidet. Dersom man ikke kan forsvare troverdigheten i forskningen vil den

ikke ha noen verdi. Mange studier, også kvalitative, bruker kriterier for kvantitativ forskning for å sikre troverdighet (Anney, 2015). Men, det er viktig å være oppmerksom på at kvalitativ og kvantitativ er to ulike typer forskning, som undersøker ulike fenomener, på ulike måter. Det kan derfor bli unaturlig å bruke kriterier for kvantitativ forskning i kvalitativ forskning, og vice versa. Vi har i vår studie valgt å bruke kriterier for kvalitativ forskning, ettersom vår forskning er nettopp kvalitativ. Ved bruk av rammeverket til Guba (1981) vil vi ta for oss flere aspekter ved troverdighet ved kvalitativ forskning. Rammeverket ble konstruert ut fra hvilke hensyn man generelt må ta når man skal sikre troverdigheten i forskning. Grunnen til at vi valgte nettopp Gubas (1981) rammeverk er fordi dette rammeverket har blitt godtatt av mange (Shenton, 2004), og er i overkant representert i litteratur om troverdighet i kvalitativ forskning.

Rammeverket til Guba (1981) er basert på fire kriterier; *kredibilitet* (credibility), *overførbarhet* (transferability), *avhengighet* (dependability) og *bekreftbarhet* (confirmability). Det første kriteriet, *kredibilitet*, handler om hvordan man som forsker kan skape tillit til sine funn både når det kommer til deltakere og kontekst. Det er viktig at det blir oppgitt riktig tolkning av deltakernes synspunkter. Det handler også om hvordan man kan vite om de presenterte funnene er ekte, og om man faktisk forsker på det man sier at man forsker på. Det neste kriteriet handler om hvor anvendelige funnene av hendelsen er i andre omgivelser eller med andre respondenter, og kalles *overførbarhet*. Cope (2014) mener funnene er overførbare dersom resultatene har betydning for personer som ikke er involvert i studien, men som likevel kan knytte resultatene til egne erfaringer. Selv om dette er et av kriteriene, påpeker Guba (1981) at ikke alle studier trenger å være overførbare. *Avhengighet* er det tredje kriteriet. Det handler om konsekvente funn, og hvordan man kan vite om funnene vil bli gjentatt med de samme deltakerne i samme kontekst. Altså nøyaktighet i datamaterialet. Dette kriteriet tar også for seg funnenes avhengighet av metoden, og ser på om man kanskje hadde fått andre resultater dersom man brukte en annen metode. Det fjerde og siste kriteriet, *bekreftbarhet*, handler om hvor nøytral forskeren er i arbeidet. Altså hvor mye studien blir påvirket av at det er akkurat den spesifikke forskeren som gjennomfører den. Det er viktig at funnene utelukkende kommer fra deltakerne og studiens forutsetninger, og at studien ikke blir påvirket av forskerens motivasjon, interesser og perspektiver (forskerens bias). Det at funnene er tydelig ledet av data er viktig for å oppfylle dette kriteriet. Guba (1981) har konstruert teknikker innenfor de fire kriteriene som man kan bruke for å sikre forskningens troverdighet. I det videre vil vi trekke frem noen av disse teknikkene for å forklare og drøfte troverdigheten i vår forskning.

### 3.5.1 Kredibilitet

Innenfor kredibilitet tar vi for oss teknikkene *presistant observation*, *peer debriefing*, *triangulation*, *member checks* og *establishing structural corroboration or coherence* (Guba, 1981). Den første teknikken, *presistant observation*, omhandler hvor mye tid man bruker på selve observasjonen. Vi observerte to undervisningstimer i hver av klassene. Vi fikk ikke observert over en lengre tidsperiode på grunn av praktiske årsaker. På bakgrunn av deltakerkriteriene ble vi nødt til å reise et stykke for å samle inn data, og vi hadde bare mulighet til å utføre innsamlingen i løpet av tre dager. Ettersom vi ser etter undervisningsstrategier (den matematiske samtalen) og praksiser (5E'er) som vi mener er naturlige i denne settingen, burde de finne sted i løpet av to undervisningstimer. Selv om vi følte at tiden vi brukte på observasjoner var tilstrekkelig for å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene, vil det være vanskelig for oss som forskere å uttale oss om hvordan lærernes praksis i andre undervisningstimer

foregår. Observasjon over kort tid kan føre til at man ikke får et like godt innblikk i hva som er vanlig, essensielt eller karakteristisk for miljøet, og hva som kanskje er irrelevant. Eksempelvis kan det være sammenhenger mellom programmering og matematisk samtale som kan ha oppstått i andre undervisningstimer. Det kan også tenkes vi misforstår enkelthendelser ettersom vi ikke fikk sett lærerens undervisningspraksiser over tid. Effekten av vår tilstedeværelse under observasjon ville også blitt mindre etter en lengre observasjonsperiode.

For å sikre at det ikke er noen uoverensstemmelser i dataene eller våre tolkninger har vi tatt i bruk teknikken *establishing structural corroboration or coherence*. Denne teknikken handler om at man tester data og tolkninger opp mot hverandre, for å sikre at det ikke er noen intern konflikt eller uoverensstemmelser. Vi har sett på datamaterialet, tolkningene og konklusjonene vi har gjort, for å sjekke at det ikke finnes noen motsigelser. Dette er spesielt viktig for å skape en sammenheng i studien. Dersom man sier noe som man senere i studien motsier, vil ikke funnene fremstå som troverdige. Selv om det er vi som forskere som er ansvarlig for forskningens troverdighet er det nødvendig å søke hjelp hos andre. Dette tar oss til neste teknikk.

*Peer debriefing* handler om at vi jevnlig har diskutert valg og retning med veileder. Veilederen vår har hele veien vært med på å vurdere valg i prosessen. Dette gjelder blant annet valg av deltakere, konteksten, metode for innsamling av data, rammeverk og analysemetode. Hun har også vurdert det skriftlige innholdet, og godkjent alle valgene vi har tatt. Vi har også hatt veiledningssamtale med utvikleren av Emil, Ivan Kalaš, som vi også hadde kontakt med på mail i ettertid av veiledningen. Ettersom vi var to som skrev denne studien sammen, kunne vi også fungere som veiledere for hverandre da vi sto fast i skrivingen eller trengte tips til litteratur eller lignende. Vi skrev noe av innholdet hver for oss, men så alltid over alt og diskuterte det med hverandre. Det at vi var to forskere gjorde det sentralt å nevne triangulation som en av våre teknikker.

*Triangulation* involverer blant annet at man er flere forskere. Ettersom vi er to kan vi se på datamaterialet hver for oss, for så å sammenligne. Kanskje en av oss ser noe den andre har oversett. Denne teknikken handler også om bruk av flere forskjellige metoder, flere deltakere, kilder og teorier. Det er viktig at man tar for seg ulike vinklinger og metoder, slik at man får et bredere blikk. Vi brukte både intervju med lydopptak, og observasjon med lyd- og videoopptak som metode. Ved bruk av både intervju og observasjon fikk vi både lærerens oppfatning av undervisningen (tolket data), og hva som faktisk skjedde i undervisningen (direkte data). Dette ga oss et mer nyansert bilde av situasjonen. Selv om vi tok i bruk videoopptak som metode tok vi i bruk dette i liten grad da vi analyserte datamaterialet, som kan ha ført til at vi gikk glipp av informasjon som kunne gitt ytterligere informasjon til studien. Vi transkriberte observasjonene ved bruk av lydopptakene på grunn av bedre lyd kvalitet enn på videoopptaket, og brukte for det meste transkripsjonene av lydopptak til analysering. Det at vi har valgt å ha to deltakere, gjør også studien mer troverdig, da funnene ikke bare omhandler en enkelt lærer og dens klasseromssituasjon. Ettersom vi har sett likheter hos de to kasusene, har vi mulighet til å tro at dette gjelder for flere lærere i samme situasjon. Vi valgte å ikke ha flere enn to deltaktene på grunn av studiens omfang og fordi vi valgte kasusstudie som tilnærming, hvor vi ser detaljert på få tilfeller.

Den siste teknikken vi tok i bruk i kredibilitet er *member checks*. Det handler om å inkludere deltakerne i studien i de endelige resultatene. Vi sendte de analyserte og tolkede dataene tilbake til deltakerne for at de skulle kunne evaluere studiens innhold.

Dette gjøres for at de skal kunne foreslå endringer hvis de ikke er fornøyd og føler at deres utsagn har blitt gjengitt feilaktig, og ikke stemmer med virkeligheten. På denne måten unngår man at datamaterialet blir farget av oss som forskere. Vi sendte utkast av analyse og drøfting til begge deltakerne, og tok deres tilbakemeldinger på alvor. Lærerne var for det meste enig i våre tolkninger og gjengivelse av funn, men ønsket å tilføre noe tilleggsinformasjon. I Jons tilbakemelding påpekte han at klassen ofte blir delt i grupper på grunn av at de har et tolærersystem. De er derfor ikke så ofte hel klasse, slik som de var i den andre undervisningstimen vi observerte. Han nevnte også at programmeringsundervisningen blir lagt til de timene med minst pedagogtetthet. I Sigrids tilbakemelding påpekte hun at selv om hun ikke har noen form for utdanning innen programmering eller kjennskap til undervisningspraksisene i programmering, ser hun flere sammenhenger med vurdering for læring som hun vektlegger i sin daglige undervisning. Hun nevnte også at metodene de bruker i Emil passer inn i prinsippene i vurdering for læring. Sigrid forklarte at elevene var i startfasen av å bruke «to elever på ett nettbrett», og at det tar tid å innarbeide nye praksiser i barneskolen. Samtidig har de brukt læringspartnere aktivt siden 2.klasse. Sigrid påpekte også at hun ikke har hatt en fagplan å gå etter, og at målene hennes for timen baserer seg i stor grad på prinsippene for vurdering for læring, utforskning og på tankesett om et trygt klassemiljø hvor elevene kan prøve og feile. Dersom hun hadde hatt en fagplan forklarer hun også at det hadde blitt lettere å stille de riktige spørsmålene for å lede elevene dit de skal.

### 3.5.2 Overførbarhet

Selv om vår studie setter fokus på to unike lærere og dermed ikke kan overføres direkte, er det mulig å trekke ut relevant informasjon fra våre kasus til andre. Innen kriteriet overførbarhet har vi tatt for oss teknikkene *purposive sampling*, *collect thick descriptive data* og *develop thick description* (Guba, 1981). For at studien skal være overførbar er det viktig at man har et utvalg av deltakere som er representativt, altså ta i bruk teknikken *purposive sampling*. Valget av deltakere ble gjort på bakgrunn av noen kriterier, som baserte seg på våre forskningsspørsmål. Vi fikk altså ikke mulighet til å velge fritt mellom alle lærere i landet, da vi var avhengig av at disse underviste med Emil. Vi fikk derfor anbefalt noen skoler vi kunne ta kontakt med, og utvalget av lærere ble basert på disse anbefalingene. Dette har ført til at vi ikke har et veldig representativt utvalg av deltakere. Det som gjør at utvalget vårt kan sies å være noe representativt er at vi har en mann og en kvinne, de har ulik erfaring i skolen og ulike erfaring med programmering. På grunn av at våre deltakere er lite representative, kan det være at resultatene ville blitt annerledes i studier med andre deltakere. Det at vi har sett spesifikt på en programmeringsaktivitet (Emil) begrenser studiens generaliserbarhet, da vi ikke kan si noe om man vil få samme resultat dersom man bruker en annen programmeringsaktivitet.

*Thick description* hjelper andre forskere til å gjenskape studien med lignende forhold i andre settinger. *Collect thick descriptive data* og *develop thick description* er derfor viktige teknikker for å sikre overførbarheten. Dette handler om at man som forsker må passe på å samle inn all den nødvendige informasjonen og beskrive den så detaljert som mulig, for at andre skal kunne gjenskape studien. Vi samlet inn nøye informasjon om deltakerne, konteksten og programmeringsaktiviteten vi brukte. Vi brukte både lydopptaker og videokamera for å skaffe et så rikt datamateriale som mulig. Vi observerte to undervisningstimer hos hver av lærerne, og for å gjøre datamaterialet enda rikere kunne vi observerte over en lengre periode. Vi har også lagt vekt på å beskrive fremgangsmåte,

forskningsmetode, kontekst, deltakere, metode for innsamling og analyse og programmeringsaktiviteten på en oversiktlig og detaljert måte.

### 3.5.3 Avhengighet

Avhengighet handler om nøyaktighet i datamaterialet, slik at andre kan gjenta studien med lignende deltakere under lignende forhold. De som leser vår studie og er interessert i å undersøke det samme, burde kunne gjenta funnene fra studien med lignende deltakere under lignende forhold om de følger samme prosess. Det er derfor viktig at prosessen blir beskrevet nøye for leseren og at man har samlet inn et datamateriale som er omfattende nok til å fange opp det man undersøker. For å sikre dette i vår studie har vi tatt i bruk teknikkene *overlap methods* og *stepwise replication* (Guba, 1981). *Overlap methods* handler om å ta i bruk flere metoder, slik at man sikrer et omfattende og detaljert datamateriale. Guba (1981) påpeker at to eller flere metoder fungerer sammen på den måten at svakhetene hos den ene metoden blir kompensert av styrkene i den andre. Vi tok i bruk både intervju og observasjon, hvor vi får direkte data via videoopptak av klasseromssituasjonen og lærerens tolkede data via intervju i forkant og etterkant av undervisning. Det bør påpekes at vi ikke er erfarne intervjuere, og dette kan ha påvirket spørsmålene vi stilte, og dermed også den innsamlede dataen. For at det skal bli enklere for andre å gjennomføre en lignende studie vil det også være mulig å finne vår intervjuguide som vedlegg (se vedlegg 2).

Vi skrev vår masterstudie i par, og dette kom med flere fordeler når det kommer til troverdighet. Den neste teknikken, *stepwise replication*, handler om at to eller flere forskere analyserer det samme datamaterialet hver for seg og sammenligner resultatene (Chilisa & Preece, 2005, referert i Anney, 2015). Dette har vi gjort med alt datamateriell som vi har analysert. Under sammenligningen så vi at vi hadde kodet noe forskjellig, da noen av kodene i rammeverkene var vanskelig å tolke. Vi syntes det var vanskelig å skille Steg 1 fra Steg 3 og Steg 2 fra Steg 4 i rammeverket til Chapin et al. (2013) og hvordan vi skulle tolke *bridgE*, *Exchange* og *Explain* fra rammeverket til Benton et al. (2016). Det at det var vanskelig å tolke rammeverkene kan ha vært med på å svekke avhengigheten, ettersom kodene ikke var tydelig nok til at vi kodet likt fra start. Vi sammenlignet kodingen underveis og ble enige om hvordan hver kode skulle tolkes, mer konkret. Hvilke koder vi har brukt ble beskrevet i metoden for analyse, slik at andre som skal gjennomføre en lignende studie kan ha mulighet til å kode på samme måte som oss.

### 3.5.4 Bekreftbarhet

Forskningen blir i noen grad påvirket av oss som forskere, og et eksempel på dette er resultatene vi fremstiller i studien. Eksempelene fra observasjon og utsagn fra intervju er blitt valgt av oss som forskere, og under utvelgelsen har vi noen antagelser og ønsker. For at forskningen skal opprettholde en god bekreftbarhet er det viktig at forskeren er nøytral i forskningsarbeidet, og ikke «farger» studien med egen bias. Vi forsøkte å gjøre dette ved å ta i bruk teknikkene *triangulation* og *arrange for a «confirmability» audit* (Guba, 1981). *Triangulation*, som er en teknikk brukt for å sikre kredibilitet, blir også brukt for å sikre bekreftbarhet. Data blir samlet inn fra ulike perspektiver ved at vi bruker flere metoder, ulike kilder og er to forskere. Dermed blir våre antagelser mindre til stede i resultatet. *Triangulation* fører til at vi som forskere ikke farger studien i like stor grad. Samtidig er vi to forskere med samme ønsker og antagelser. Det har derfor vært viktig å begrunne tolkningene tydelig og med forankring i teori, slik at veileder og leser kan være sikre på at våre antagelser ikke har påvirket funnene.

*Arrange for a "confirmability" audit (product)* handler om at veileder vurderer det ferdige produktet. Veilederen ville da se om våre tolkninger i diskusjonskapittelet samstemmer med det fremstilte datamaterialet. For å kunne *arrange for a "confirmability" audit* er det viktig å dokumentere tolkninger og resultater nøye i studien. Vi gjorde dette ved at vi begrunnet våre tolkninger i teori, slik at det i mindre grad skal "farges" av oss som forskere. Vi har også svart på de to forskningsspørsmålene, som tar for seg to ulike rammeverk, hver for seg i drøfting og resultater fra observasjon. Slik minsket vi sjansen for at vi farger resultatene med vårt ønske om å se en sammenheng. I tillegg ble det enklere for veileder å se om våre tolkninger samstemmer med det fremstilte datamaterialet.

## 3.6 Etiske betraktninger

I vår studie undersøker vi lærere som underviser i programmering, og på bakgrunn av dette måtte vi få tilgang til matematikklærere som var villige til å delta. Å delta i vår studie innebar å bli observert i undervisning, og fortelle om sine tanker og erfaringer rundt programmering og undervisningstimen. Det finnes etiske regler for å beskytte de som velger å delta som deltaker i forskning, dette fordi det kan oppstå motsetninger mellom «(...) verdien av økt kunnskap (kunnskapsverdien) og verdien av å opprettholde individers handlefrihet og integritet (beskyttelseskravet)» (Olsson et al., 2003, s. 60). Altså må man som forsker ta i betraktning de etiske dilemmaene som oppstår, og som veiledning i disse valgene er det vedtatt noen etiske retningslinjer.

### 3.6.1 Forskningsetiske retningslinjer

I forskning finnes det flere etiske betraktninger som forskeren må ta hensyn til. Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) ble etablert i 1990. NESH skal sørge for gode verktøy for å fremme god og ansvarlig forskning ved å vedta forskningsetiske retningslinjer (NESH, 2016). Nerdrum (1998, referert i Christoffersen & Johannessen, 2012) forklarer at «Retningslinjene kan sammenfattes i tre typer hensyn som en forsker må tenke igjennom» (s. 41). Den første typen omhandler deltakerens rett til selvbestemmelse og autonomi. Deltakeren i studien skal ha mulighet til å bestemme over sin deltakelse. Å bestemme over sin deltakelse vil si at deltakeren skal ha et frivillig samtykke til å delta, og kunne trekke seg på et hvilket som helst tidspunkt. Dersom deltakeren vil trekke seg fra studien trenger den ikke å begrunne hvorfor, og det skal ikke medføre noen negative konsekvenser. Studier hvor deltakeren er under 15 år skal ha samtykke fra foreldre/foresatte. Den andre typen hensyn omhandler forskerens plikt til å respektere deltakerens privatliv, altså at deltakeren skal forbli anonym. Deltakeren i studien skal ikke kunne identifiseres og har rett til å bestemme over informasjonen som omhandler dem i studien. Den tredje typen hensyn er forskerens ansvar for å unngå skade. Forskeren må vurdere om studien påvirker deltakeren negativt, og studien skal være slik at den utsetter deltakeren for minst mulig belastning (Christoffersen & Johannessen, 2012). Når forskere skal samle inn og bearbeide personopplysninger må det vurderes om forskningen er meldepliktig, og i vår studie meldte vi inn forskningen til NSD. Vi har altså fulgt formaliserte forskningsetiske retningslinjer.

### 3.6.2 NSD og samtykkeskjema

I forkant av datainnsamlingsprosessen fikk vi godkjent søknad av NSD, Norsk Senter for Forskningsdata (se vedlegg 3). Vi har samlet personidentifiserende data, og derfor trengte vi både godkjenning av NSD og samtykke fra deltakerne i studien. Christoffersen

og Johannessen (2012) understreker at personopplysningsloven stiller krav om samtykke dersom man samler inn personidentifiserbar data. Elevene som deltok i studien har ikke myndighet til å svare på samtykket selv, dermed er det elevenes foresatte som tar stilling til om de ønsker at deres barn deltar. Elevenes foresatte og lærerne ble tildelt et samtykkeskjema med informasjon om prosjektet i henhold til NSDs retningslinjer (se vedlegg 4 og 5). Dette ble sendt på mail til lærerne i god tid før besøket, slik at lærerne skulle få delt ut til alle elevene, og for at de foresatte skulle ha nok tid til å bestemme seg for om de ville samtykke eller ikke. Begge lærerne og alle elevene leverte signert samtykkeskjema. Elevene ble informert en andre gang, en uke før vi kom, om prosjektet og hvorfor vi var til stede. Dermed fikk de en ny sjanse til å trekke seg.

Når man utformer et infoskriv må man reflektere over hvor detaljert informasjon man skal gi deltakerne (Kvale & Brinkmann, 2012). Selv om samtykket skal være informert, som betyr at deltakerne skal ha nødvendige opplysninger om studien (Christoffersen & Johannessen, 2012), kan det i noen tilfeller lønne seg å holde noe informasjon tilbake. Hensikten med dette kan være å samle mest mulig autentisk data. Som forsker blir man nødt til å ta etiske valg hvor man må veie autentisk datamateriale opp mot ivaretagelse av forskningsdeltakerne (Kvale & Brinkmann, 2012). I infoskrivet til lærerne holdt vi noe informasjon om formålet med studien tilbake, da vi ville unngå at dette påvirket deres undervisning. Vi informerte om at det var en studie om undervisning i programmering, men ikke at vi i tillegg skulle se på matematisk samtale. For å gjøre situasjonen enda mer autentisk kan man avtale tidspunkt for observasjon så sent som dagen i forveien. Ettersom vi hadde lang reisevei til skolene var vi avhengig av at tidspunktet for vårt besøk passet for deltakerne. På grunn av dette ble tidspunkt for observasjon bestemt en stund i forveien sammen med lærerne.

Vi overførte alt av lyd- og videoopptak over på en kryptert minnepenn, og slettet det fra lydopptaker og videokamera samme dag som vi samlet det inn. Datamaterialet har under hele prosjektet vært trygt bevart på den krypterte minnepennen i tillegg til en backup i NICE-1. Under transkripsjon av lyd- og videoopptak ble alle deltakerne anonymisert ved fiktive navn. Ved studiens slutt vil alt av lyd- og videoopptak bli slettet i henhold til NSD, da det er personidentifiserende. Anonymisert datamateriale vil bli levert til NTNU og veileder, slik at det kan brukes i videre forskning relatert til programmering i matematikk. Dette inkluderte vi i søknaden til NSD, som ble godkjent.

### 3.6.3 Etiske betraktninger ved video- og lydopptak

Vi har i vår studie valgt å bruke både lydopptaker og videokamera som verktøy for innsamling av data. I forbindelse med dette er det også noen etiske betraktninger man må ta hensyn til. Det vil være en unaturlig situasjon for både lærer og elever at klasseromssituasjonen blir filmet. Bruk av videoopptak kan føre en forskningseffekt, hvor oppførselen til deltakerne kan endres (Tjora, 2010). Observasjon, og spesielt bruk av videokamera, forstyrrer ofte den naturlige settingen. Ifølge Christoffersen og Johannessen (2012) kan filming virke skremmende, og det kan dermed hemme deltakerens vilje eller evne til å gi informasjon. For å minimere nysgjerrigheten og redselen ovenfor videokameraene ga vi informasjon om filmingen i starten av undervisningstimen. Vi informerte også om at det kun var vi som ville ha tilgang til opptakene, og at de ville bli slettet ved studiens slutt. En annen etisk betraktning er at personen som blir intervjuet kan bli nervøs av at det den sier blir tatt opp, og kan holde tilbake litt på svarene, og passe på så den ikke sier noe feil. Ved lydopptak må man tenke på at lyden man tar opp er personidentifiserende, og man må beskytte dataene. Vi har som nevnt tidligere lagret alt av lyd- og videoopptak på en kryptert minnepenn, og i

NICE-1. Det er viktig at man beskytter personidentifiserende data på en god måte, og sletter alt ved studiens slutt.

### 3.6.4 Forskernes påvirkning

En annen etisk betraktning er hvordan vi som forskere påvirker studien. Vi har i størst mulig grad forsøkt å være nøytrale og ikke ha noen antagelser fra start. Det er likevel ikke realistisk å tenke at man som forsker ikke påvirker studien med egen bakgrunn, interesser eller antagelser. Vi har derfor, under hele forskningsprosessen, vært bevisst på dette. Noen av våre antagelser var at lærerne kom til å bruke matematisk samtale i undervisning med programmering, og at de var flinke lærere fordi de ble foreslått av andre. Vi hadde også antagelser om at begge lærerne var positivt innstilt til, og hadde erfaring med programmering. På bakgrunn av vår lærerutdanning hadde vi antagelser om at lærerne hadde en plan for gjennomføring av timen som inneholdt læringsmål, elevstrategier, elevaktiviteter og begrunnelse for sine undervisningsvalg. Ettersom vi tror det finnes en sammenheng mellom matematisk samtale og undervisning i programmering er dette en naturlig antagelse hos oss. Dersom man ikke er bevist disse antagelsene, kan det føre til at vi som forskere påvirker studiens resultater.

Tjora (2010) forklarer at forskningseffekten omhandler at de man observerer kan oppføre seg og handle annerledes enn det de ellers ville gjort. For å sikre at våre data var gyldige, spurte vi begge deltakerne om dette i intervju. I intervjuene før undervisningen spurte vi om elevene var vant til at noen observerte i klasserommet. Begge deltakerne sa at elevene var blitt observert før ved ulike anledninger, men at de ikke var så vant til å bli observert med videokamera og lydopptak. De trodde elevene kom til å være nysgjerrige på dette, men at det ikke skulle bli noe problem da de begge hadde informert elevene om at vi kom (S-f, linje 120-121 og J-f, linje 217-223). Deler av årsaken til at vi valgte å undersøke to undervisningstimer hos hver av lærerne var at elevene og lærerne skulle erfare å bli observert med videokamera. Elevene fikk i den første undervisningstimen se på kameraet og bli kjent med denne situasjonen. I intervjuene etter undervisningen spurte vi om de merket noen endringer fra den vanlige undervisningen i forhold til denne dagen, både med tanke på elever og seg selv. Jon sa at noen av elevene kanskje var litt roligere enn vanlig, at han kanskje hadde vært litt strengere dersom vi ikke hadde vært der og at noen elever så muligheten til å pushe grensene mer enn vanlig, men at undervisningen mest sannsynlig hadde foregått på samme måte (J-e, linje 177-178 + 407-410). Sigrid følte ikke at vår tilstedeværelse påvirket verken elevene eller henne i noe grad (S-e, linje 294). Altså hadde undervisningen mest sannsynlig foregått på samme måte selv om vi som observatører ikke hadde vært til stede.



## 4 Resultat

I dette kapittelet skal vi presentere våre funn fra intervju med lærerne og observasjon av deres undervisning. Vi ønsker å gi innsikt i lærernes undervisning i programmering og hvilke tanker de har rundt dette for å kunne belyse våre forskningsspørsmål:

1. *På hvilken måte kommer undervisningspraksiser i programmering til syne i matematikkundervisning med Emil?*
2. *På hvilken måte kommer den matematiske samtalen til syne i matematikkundervisning i programmering med Emil?*

Vi ønsker også å undersøke om det finnes noen sammenhenger mellom undervisningspraksisene i programmering og den matematiske samtalen i matematikkundervisning i programmering. Kasusstudier er ofte betegnet som en detaljert beskrivelse av få tilfeller. Vi går i dybden i kasusene og får gjennom lærernes tanker mulighet til å vite hvorfor de to rammeverkene (Benton et al., 2016; 2017; Chapin et al., 2013) kommer til syne i undervisningen, ikke bare hvordan. Resultat fra observasjon er altså knyttet til forskningsspørsmålene ved at de har direkte sammenheng med hvordan rammeverkene kommer til syne i matematikkundervisningen. Resultat fra intervju er knyttet til forskningsspørsmålene ved at vi får se lærernes tanker rundt det de har gjort i undervisningen, og selv om de ikke er bevisst rammeverkene så kan deres utsagn kobles til disse.

Som vi har presentert i metode for analyse ble datamaterialet analysert gjennom koding, både induktiv tematisk analyse (intervju) og deduktiv teoretisk tematisk analyse (observasjon) (Braun & Clarke, 2006). For å konkretisere funnene vil vi benytte utdrag fra transkripsjonene. Dette vil gi resultatet en høyere grad av troverdighet, da det vil gi leseren nærhet til datamaterialet, og dermed mindre tvil om hvorfor vi har tolket datamaterialet slik vi har gjort. I utdragene betyr tallene linjenr. fra transkripsjonen og utdragene merkes slik at man ser hvor de er hentet fra (hvilket intervju eller hvilken undervisningstime). Eksempelvis vil Sigrids første undervisning merkes «S1», og intervjuene vil merkes «S-f» for intervju før undervisningen og «S-e» for intervju etter. I noen av utdragene har vi fjernet deler av transkripsjonen som ikke har betydning for å forstå situasjonen. For å tydeliggjøre hvor vi har fjernet noe, har vi brukt (...). Dersom dette kommer først eller sist på en linje betyr det at vi har fjernet deler av den linjen. Dersom dette kommer mellom linjene, betyr det at vi har fjernet noen linjer mellom de representative linjene.

Datamaterialet består som sagt av to innsamlingsmetoder, og resultatene blir presentert i henhold til disse to metodene. Først vil vi presentere resultat fra intervjuene, som blir presentert ut fra fire tema. Deretter presenteres resultat fra observasjonene med eksempler på de ulike kodene og tabeller for å fremstille funnene. Resultat fra observasjonene blir presentert som to adskilte kasus, hvor vi presenterer Sigrids undervisning og hva som karakteriserer den, og deretter det samme for Jon.

## 4.1 Resultat fra intervju

I denne delen tar vi for oss funnene fra intervjuene vi gjennomførte med lærerne før og etter den andre undervisningstimen. For lærernes utsagn blir deres forbokstav benyttet, og utsagn fra intervjuer blir markert med bokstaven «I». Resultatene er delt inn i fire temaer; *Lærerens tanker rundt læringsmål og plan for undervisningen*, *Lærerens tanker rundt hvordan man kan få elevene til å utforske*, *Lærerens tanker rundt hvordan man kan få elevene til å snakke matematikk* og *Lærerens tanker rundt koblingen mellom programmering og matematikk*. I hver av temaene fremstilles utsagn fra intervjuene til begge lærerne, som i drøftingskapitlet vil diskuteres i sammenheng med resultat fra observasjon.

### 4.1.1 Lærernes tanker rundt læringsmål og plan for undervisningen

Vi ville gjerne vite hva lærerne tenkte om undervisningen på forhånd. Hva skulle elevene lære, og hvordan skulle dette foregå? Derfor stilte vi spørsmål knyttet til mål for timen, og hvordan de hadde planlagt undervisningen med tanke på undervisningsstrategier og valg av løsninger som ble fremhevet i helklassediskusjon.

#### **Sigrid**

I intervjuet før undervisningen spurte vi Sigrid om hun hadde et læringsmål for timen, og til det svarte hun:

S-f

39. **S:** Ja, det burde jeg jo veldig hatt... et konkret læringsmål (ler). Ehm, men jeg er litt  
40. usikker... jeg har jo, men kanskje ikke noe for på tavla. Det burde jeg jo hatt.
41. **I:** Men, har du noe for deg selv sånn?
42. **S:** Ehh, de skal, ja jeg har mange læringsmål for meg selv ja. De skal bli trygge på  
43. å prøve og feile. Ja, de skal være kognitivt aktive. De skal samarbeide med  
44. læringspartneren sin. Og diskutere, de skal øve seg på å diskutere og undersøke i  
45. sammen med læringspartneren sin. Mmm ... de skal reflektere, ja. Det er mange  
46. læringsmål inni her så det (ler).

Som vi ser av utdraget hadde ikke Sigrid noe konkret læringsmål for timen som hun skrev på tavla, men hadde flere langsiktige mål for seg selv som hun sa det skulle jobbes med over lengre tid (linje 42-46). Målene var ikke direkte knyttet til den spesifikke matematikktimen, men handlet om å gi elevene «kompetanse som de kan ha med seg videre i livet både til å håndtere virkeligheter i privatlivet, og i skolen og livet ellers» (S-e, linje 120-122). I intervjuet etter undervisningen spurte vi om hun gjorde noen endringer i det opplegget hun hadde planlagt på forhånd, og til det svarte hun:

## S-e

94. **S:** Altså, det er litt sånn. Det gjør jeg egentlig litt hele tida, fordi at det, hvis jeg legger  
95. detaljplan... Det er ikke noe poeng å legge detaljerte planer, for man må på en måte gripe  
96. fatt i det som skjer i klasserommet. Og noen dager skjer det mye, og noen dager skjer  
97. det ikke så mye. Så jeg tenker at det skal... det er viktig å gripe fatt i disse herre, å ha litt  
98. antennene ute og plutselig fange opp. Ja, ehh, sånn vet ikke om det var sånn. Jeg følte  
99. liksom at det kanskje ikke var så mye som skjedde akkurat den timen her i dag, som kan  
100. skje... Men gripe fatt i det som elevene oppdager eller ja.

Sigrid fortalte at hun ikke så noe poeng i å legge detaljerte planer, ettersom det alltid dukker opp ting som elevene oppdager og at hun da griper tak i disse. Selv om hun ikke hadde planlagt undervisningen i detalj hadde hun likevel klart for seg hvilken undervisningsstrategi hun ville bruke. Strategien var å (forsøke å) aldri gi elevene svaret, men kun stille spørsmål (S-f, linje 31-33). Vi spurte også om hun hadde tenkt noe på elevløsninger som kunne dukke opp, og hvilke hun ville fremheve. Hun sa da at hun pleier å «trekke pinne» for å velge hvem som skal få dele sin løsning, noe som gjorde valg av løsning tilfeldig (S-f, linje 29-30).

## Jon

Jon ble også spurt om han hadde noe læringsmål for timen i intervjuet før undervisningen, og dette var hans svar:

### J-f

117. **J:** jaa, læringsmål for timen blir jo på en måte å..ehh.. kunne... ja, det er egentlig ikke  
118. et sånt læringsmål som jeg kan sette frem som, det er målet for timen. Jeg tror kanskje  
119. at det... mine mål dreier seg mer om samarbeid.
120. **I:** ja
121. **J:** Fordi atte.. ehh.. hvis de får til å samarbeide om å lete etter summer, så tror jeg på  
122. en måte at mye av læringen skjer liksom i det samspillet... Ikke det at de skal bli  
123. ferdig med oppgavene, eller at ehh... men å få alle til å delta og samarbeide er på en  
124. måte hovedmålet da.

Jon hadde heller ikke et konkret mål for den spesifikke matematikktimen. Han hadde ikke tenkt ut noe mål som skulle skrives på tavla, men satt et mål for seg selv som handlet om samarbeid og deltakelse. Dette med samarbeid var noe han så på som en utfordring i sin klasse, og påpekte at det kanskje ikke hadde vært så mye samarbeid før (J-f, linje 101-102).

Vi spurte også om hva som var planen for timen med tanke på undervisningsstrategier og valg av løsninger som ble fremhevet i helklassediskusjon. Det kom også frem i intervjuet til Jon at han ikke hadde planlagt timen i detalj, og undervisningsstrategiene han brukte var ifølge han «litt hva man gjør av gammel vane og hva man tenker der og da» (J-e, linje 132). Undervisningsstrategiene han brukte var altså implementert i hans praksis, og var ikke noe han hadde tenkt ut spesifikt for denne timen på forhånd. Vi spurte også Jon om han valgte elevens løsninger etter noe bestemt måte, og til det svarte han:

J-e

103. **J:** høø.. nei, jeg må ærlig si atte, for meg så har på en måte fokuset vært på  
104. det å skjønne appen først og fremst. Nå har jeg begynt med... for at nå har jeg  
105. hatt det i programmeringstimene, også kommer mer eller mindre den  
106. læringen som kommer, kommer mer som en bonus da.  
(...)  
108. **J:** (...) Hvis jeg hadde hatt dette som en mattetime, primært  
109. som mattetime, så hadde jeg kanskje valgt å fokusere mer på  
110. regnestrategiene da. Ehh.. og litt også det atte den der, å velge mellom,  
111. å la ungene argumentere selv eller hvordan de tenker. Og nå ble det kanskje  
112. litt fokus på å få flest mulig svar frem, også ble oppfølgingsspørsmålene: «ja,  
113. blir dette 7?». Så de ble jo lei av å sjekke, ja, blir dette 7. Altså den... de blir  
114. sånn sliten av det. Så må nesten vurdere da, er det regnestrategiene man skal  
115. fokusere på, å hente frem flere å visualisere de, eller skal man på en måte få  
116. frem mange svar. Så nå ble det det da, som ble fokuset i dag.

Jon la mest vekt på at elevene skulle skjønne appen, og valgte derfor ikke å fokusere så mye på det matematiske i form av regnestrategier. Han valgte heller å trekke frem mange, men tilfeldige løsningsforslag.

4.1.2 Lærernes tanker rundt hvordan man kan få elevene til å utforske  
Vi stilte også spørsmål som ga oss et innblikk i hvordan lærerne tenkte rundt utforskning i undervisningen.

### **Sigrid**

Sigrid uttrykte at hun hadde hatt mye fokus på at elevene skulle utforske og prøve på egenhånd:

S-e

46. **S:** (...) At  
47. jeg kan ikke stå å fortelle, de forstår at jeg som lærer kan ikke stå å si svaret. For da lærer de  
48. ingenting, og jeg har fortalt at når de er... prøver selv, da skjer det faktisk noe fysisk oppi  
49. hjernen deres (...)  
(...)  
57. (...) Det er ikke noe poeng å sitte å skrive og lese det naboen  
58. skriver. Det er ikke det som er poenget. For de skal jobbe selv. De skal utvikle seg selv, de  
59. skal ikke, ja... og da må de legge ned en innsats på en måte. (...)

Elevene vet at det må en innsats til for å lære noe. Det er ikke det å få skrevet ned riktig svar som er poenget, men det å prøve selv. Vi spurte hvordan hun gikk frem for å fremheve dette med å utforske og prøve selv i klasserommet. Til det svarte hun:

S-e

37. **S:** Det er nå å stille spørsmål til de da. Ja, «finnes det andre løsninger? Hvordan kan du? Prøv.  
38. Se om du får det til.»

Sigrids tanker rundt det å få elevene til å utforske gikk i hovedsak ut på at elevene skulle prøve, feile og gjette med støtte i hennes spørsmål. Hun sa at hun prøvde å unngå å gi de svaret og kun stille spørsmål, noe de ifølge henne var vant til (S-f, linje 31-33).

### Jon

Jon påpekte også at det var viktig at elevene ble utfordret på å finne flere svar på oppgavene, og utforske videre selv om de kanskje følte seg ferdig:

J-f

89. J: (...) De som på en måte «nei, nå har jeg funnet et svar. Nå vil jeg  
90. videre», også utfordrer vi på å finne flere, også stå litt i den frustrasjonen på at nå er det litt  
91. vanskelig, og jeg har funnet/fått til noe men, kan jeg få til mer (...)

Selv om han fremhever dette som viktig kommer det også frem av intervjuet at han synes det er utfordrende å alltid være tålmodig og la elevene utforske på egenhånd, og sier «kanskje hadde det vært bra om jeg hadde vært mer tålmodig på å la de finne det ut selv. Det er liksom en balansegang da... hvor mye skal du hjelpe de litt i gang, og hvor mye skal de på en måte få lov til å finne ut selv» (J-f, linje 192-194). Han ønsket å modellere mer for elevene og kanskje gi noen svar til de som var mest engstelig for egen prestasjon, slik at han kunne være sikker på at alle koblet seg på oppgaven.

#### 4.1.3 Lærernes tanker rundt hvordan man kan få elevene til å snakke matematikk

Ettersom vi blant annet har fokus på den matematiske samtalen i denne studien, var det naturlig å stille spørsmål rundt lærerens tanker om hvordan de skulle få elevene til å snakke matematikk.

### Sigrid

Sigrid la i intervjuet vekt på å skape et miljø i klasserommet hvor elevene kan være trygge når de deler sine ideer (S-e, linje 179-180). Hun la også vekt på at elevene er viktig for hverandre i samtalen og sa at «(...) de lærer så utrolig masse av hverandre, når jeg bruker elevene. De får øvelse i å forklare og de får vise for de andre, altså modellering» (S-e, linje 105-107). Hun bruker derfor elevene mye i undervisningen ved at de selv må begrunne sine svar:

S-e

191. S: Så må de lære seg å begrunne svarene sine samtidig. Og at de blir vant til det fra  
192. de er små. Sant, og tenke og reflektere. Hva er det de har gjort.

Hun fortalte også hvordan hun bruker teknikker for å få elevene til å reflektere over egne ideer og orientere seg rundt andres:

## S-e

180. **S:** (...) Og det er viktig at de kommer med ulike forslag. Og jeg tar ofte feile svar opp  
181. på tavla, og det er de vant med. Okei, «hvordan svar har du fått her, hvordan har du  
182. tenkt, er dere enige. Ja eller nei».
183. **I:** De tingene du sa her nå, er du enig, føler du at de hjelper elevene til å koble seg  
184. på?
185. **S:** Ja, for da må de tenke; Er jeg enig? Er dette rett? Okei, jeg trodde kanskje at mitt  
186. svar var feil fordi det ikke stod på tavla. Så er det kanskje feil det som står på tavla.  
187. (...) Så, og  
188. den som går frem på tavla den kan være så påståelig om at dette er rett. «Jeg veit det,  
189. jeg kan det». «Okei, er det rett?, hvorfor er det rett?». Ja, så, ja, jeg tror det er viktig.

Sigrid sa at hun ofte tar feil svar opp på tavla og får elever til å sammenligne løsninger, som fører til at elevene kobler seg på andres ideer. På denne måten får hun også elevene til å begrunne hvorfor sine løsninger er korrekt.

## Jon

Jon syntes selv at mange av elevene kom i tale i undervisningen og at mange var deltakende (J-e, linje 135), og da vi spurte om hvorfor han trodde at dette var tilfelle svarte han:

### J-e

139. **J:** jeg tror det atte... det atte de har fått fortalt sine summer til en  
140. læringspartner først. Det gir en sånn første test på en måte. Er dette bare teit,  
141. eller er det «åja, du fant den». Det er på en måte noen andre som har gitt det  
142. verdi eller anerkjent det først. Før de tør... da er det større sjans for at de tør å  
143. si det høyt da

Jon hadde fokus på bruk av læringspartner som en trygghet for elevene i samtale om matematikk. På denne måten fikk de anerkjent sine løsninger, og det ble enklere for elevene å dele med hele klassen. I tillegg til å bruke læringspartner hadde Jon også andre tanker rundt hvordan han skulle få elevene til å snakke matematikk:

### J-e

259. **J:** (...) Men det jeg  
260. oftest bruker er på en måte læringspartner, også er det, ehh... Stille spørsmål.  
261. «Hvordan tenker du når du regner et sånt stykke?» Også er det; «er det noen som  
262. tenker annerledes? Går det an å... ehh... så jeg på en måte vil gjerne... ikke bare  
263. ha et svar, men «hvordan tenker du». Også da ... hvis de da skjønner den  
264. bakenforliggende strategien, så kan jeg stille spørsmål; «er det sånn du  
265. tenker?» Og stille opp konkreter da... at du teller opp til en tier, også; «hva blir  
266. det igjen», for eksempel. Ehm, ja, for... jeg regner med å få tak i det elevene  
267. tenker, men å på en måte få andre til å få tilgang på de tankene så er det  
268. lettere på en måte om vi visualiserer da, og det er flere som kan koble seg på.

I tillegg til å bruke læringspartner som en trygg samtalepartner har han også flere teknikker han bruker for å få elevene til å snakke matematikk med han og med hverandre på tvers av læringspar. Disse går i hovedsak ut på å stille spørsmål og bruke konkrete slik at elevene skal få tak i hverandres ideer. Jon sa at Emil legger opp til mye elevaktivitet og det å «ta vare på innspillene og la ungene selv vurdere sine egne svar, eller vurdere hverandres svar» (J-f, linje 74-75). Han sa at når elevene skal dele sine tanker, kan det noen ganger by på utfordringer i form av mangel på et matematisk språk. For eksempel når elevene skal utdype sine egne svar blir ofte responsen «jeg tenker ikke på noen spesiell måte, jeg bare vet det» (J-e, linje 271-273), i mangel på et språk for å kunne reflektere over egne eller andres tanker. Spørsmålet han stilte som vises i linje 261-262, «er det noen som tenker annerledes?», kan få elevene til å engasjere seg i en annens resonnering, da de må se om sin løsning er annerledes.

#### 4.1.4 Lærernes tanker rundt koblingen mellom programmering og matematikk

Ettersom programmering har blitt en del av matematikkfaget spurte vi i intervjuene etter undervisningen, hvordan de fremmet denne koblingen for elevene. På hvilken måte forstår elevene at det er matematikk de arbeider med? Hvilke tiltak gjør lærerne for å gjøre denne koblingen eksplisitt for elevene, og hvilke tanker har de om dette?

##### **Sigrid**

Vi spurte Sigrid om hun forklarer matematikken som ligger i Emil til elevene, eller om det blir mer skjult, og til det svarte hun:

S-e

262. **S:** Nei de oppdager det plutselig selv. Ja, ja. Noen, altså, noen ganger så kommer det

263. frem i samtalen med elevene og ja. Mhm.

264. **I:** (...) Gjør

265. du noe for at det skal bli veldig tydelig for elevene at dette er matematikk?

266. **S:** Nei. Det gjør jeg ikke. Men det står på timeplanen at vi har matematikk. Det gjør

267. det, så det er jo i matematikktimen vi har koding da. Så det, men det er jo ikke bare

268. matematikk.

Sigrid sa at hun ikke gjør noe spesielt for at elevene skal se denne koblingen. Hun sa at når oppgavene handler direkte om matematikk blir det tydelig for dem, men at koding ikke bare er matematikk. Hun påpekte også i sin skriftlige tilbakemelding, etter å ha lest analyse og drøfting, at:

«(...) jeg (selv om programmering har stått i matematikkfaget) har vært litt usikker på i hvor stor grad jeg skal dra linjer mellom matematikk og programmering, da jeg vet at matematiske tegn kan ha andre funksjoner når de blir brukt i programmering. Eksempel på dette er =, > og <. Noen oppgaver er jo tydelige matematikkoppgaver og da bruker jeg dem som matematikkoppgaver, men sånn generelt har jeg vært litt forsiktig med å si at programmering er matematikk eller omvendt. Det er jo nytt ennå».

## Jon

Vi spurte også Jon om han trodde elevene så koblingen mellom programmering og matematikk. Han svarte at han syntes dette var vanskelig. I likhet med Sigrid trodde Jon at elevene skjønner koblingen mellom matematikk og programmering når de jobber med programmering i Emil for å finne svar på regnestykker, men at det ikke er så eksplisitt for elevene ved all programmering (J-e, linje 310-314). Vi spurte også om han syntes denne koblingen burde gjøres tydelig for elevene. Om det svarte han:

J-e

355. **J:** Ja, jeg tror kanskje at de... de som er mest interessert i både programmering og  
356. matematikk, de vil kunne bygge litt broer der. Men så er det på en måte, hvor viktig  
357. er det å ta det tidlig? Ehm.. jeg tror kanskje at noen kan være litt sånn... til det da.  
358. Men så tror jeg kanskje at det vil være sånn... mer som en lærer som står og prater...  
359. at de... ja, nei, kanskje gi noen ledende spørsmål da, så kan man kanskje få noen i  
360. tale. Men vil mange nok koble seg på det? Det er jeg litt usikker på.

Han sa at noen elever kanskje ser denne koblingen av seg selv, men han er usikker på hvor mange som vil koble seg på, selv ved ledende spørsmål. Han sa også at han er usikker på hvor viktig det er å gjør denne koblingen eksplisitt for elevene så tidlig (3.trinn).

## 4.2 Resultat fra observasjon

I denne delen vil vi ta for oss funnene fra undervisningstimene til lærerne. Resultatene fra observasjonen er delt inn i tre deler. Først vil vi presentere utdrag av transkripsjonen som viser eksempler på kodene, både i de 5E´ene og den matematiske samtalen. Deretter vil vi se nærmere på de to kasusene, Sigrid og Jon. Vi beskriver kasusene ved å forklare strukturen på undervisningstimene, og fremstille tabeller som viser hvordan rammeverkene kom til syne i undervisningen. I beskrivelsen av kasusene viser vi også eksempler på situasjoner hvor rammeverkene brukes samtidig. Funnene fra alle de tre delene vil i neste kapittel drøftes opp mot forskningsspørsmålene og problemstillingen.

### 4.2.1 Eksempler på koder

I dette delkapittelet vil vi fremstille kodene vi brukte i analysen av undervisningen ved å gi eksempel på hver kode. Eksemplene er hentet fra både Sigrid og Jons undervisning. Først vil vi ta for oss rammeverket for programmering, de 5E´ene, og deretter rammeverket for den matematiske samtalen.

#### **Eksempler på koder i de 5E´ene**

*Explore* handler om at elevene lærer gjennom å utforske. I undervisningstimene ble to kategorier innenfor denne koden fremtredende. Den første kategorien omhandler at oppgaven læreren gir elevene er utforskende og den andre kategorien omhandler at læreren får elevene til å utforske ved å prøve på egenhånd. Sigrid brukte den første kategorien da hun ga sine elever en utforskende oppgave i undervisning S2:



35. **S:** der. Øverste høyre hjørnet på pulten. Okei, good. I dag skal dere få en oppgave,  
36. som handler om å plukke opp noen tall i riktig rekkefølge. Eh... det er to  
37. oppgaver på samme ruten. Den første er å plukke opp tall i riktig rekkefølge. (...)

Oppgaven Sigrid ga elevene, som vises i linje 37, var å plukke opp tallene som vises i Emil-appen i riktig rekkefølge. Her måtte elevene prøve å finne ut hvilke tall Emil klarer å plukke opp, og bli enige om hva som er riktig rekkefølge. Jon fikk elevene til å utforske ved å prøve på egenhånd, dette kan man se i undervisning J1-1:

68. **Knut:** Er dette rett, Jon?

69. **J:** Sjekk selv da, jeg vet ikke.

I linje 68 ville eleven få bekreftelse på sin løsning fra Jon. Jon ga ikke eleven svaret, men fikk eleven til å utforske om svaret er riktig. Med utsagnet i linje 69, «Sjekk selv da, jeg vet ikke», fikk Jon eleven til å koble seg på igjen og fortsette å prøve på egenhånd.

Den neste E´en i rammeverket er *Explain*, som omhandler at læreren hjelper elevene med å klargjøre sin idé. Læreren kan stille reflektive spørsmål, som får eleven til å forklare sine tanker. Sigrid gjorde dette ved at hun fikk en elev, Alexander, til å forklare hva han mente var riktig rekkefølge i undervisning S2:

37. **S:** (...) Den første er å plukke opp tall i riktig rekkefølge. Er det  
38. noen som kan forklare hva det betyr? Riktig rekkefølge? Okei... her er det et par  
39. hender i været. Alexander, siden du var sist i går kan du få først nå. Ja  
40. **Alexander:** Ehm.. liksom, hvis det er 1, så skal man ta 1, 2, 3, 4, 5  
41. **S:** Ja. Hvis det er 1 ja  
42. **Alexander:** og hvis det er 2 så kan man ta i fra det minste tallet til det største  
43. **S:** skal man alltid det?  
44. Alexander: nei, man kan også ta i fra det største tallet til det minste  
45. **S:** okei

I linje 37-38 stilte Sigrid spørsmålet «Er det noen som kan forklare hva det betyr? Riktig rekkefølge?». Spørsmålet gjorde at elevene måtte reflektere over hva riktig rekkefølge betyr. Elevene så ikke hvilke tall som fantes i Emil-appen, så de måtte også reflektere over at det kunne være ulike tall de skulle bruke. Alexander svarte at dersom 1 er i Emil-appen, så kan Emil gå 1,2,3,4,5. Sigrid svarte med å gjenfortelle noe av det Alexander sa, og dette fikk Alexander til å forklare videre og generalisere strategien sin. Generaliseringen kan man se i linje 42 hvor Alexander sa «så kan man ta ifra det minste tallet til det største». Sigrid utfordret Alexander, i linje 43, enda en gang til å utdype sin ide ved at hun stilte et reflektivt spørsmål, «skal man alltid det?». Dette fikk Alexander til å forklare at man også kan gå fra det største til det minste tallet, som man kan se i linje 44.

Den tredje E´en, *Envisage*, handler om å forutse utfallet av en oppgave og reflektere over det. I Jons undervisning J2 arbeidet elevene med å finne regnestykker som er det samme som 4:

225. **Rune:** 1-5 og 5-1, går det an?
226. **J:** Mhm
227. **Rune:** Går det an å lage to sånne?
228. **J:** Ehh, ja, få se hva du har tenkt.
229. **Rune:** 5-1, 1-5
230. **J:** Ja, hvis du, hvis du har 1, for eksempel en kloss. Så skal du ta vekk 5 klosser.
231. Går det greit?
232. **Rune:** Det blir 0.
233. **J:** Jaa, hvis du har 1 kloss og tar bort 1, da blir det 0. Får du til å fortsette å ta bort
234. klosser da? Da går det heller an å tenke sånn, ehh, gradestokk. Det er 0 grader her.
235. Også er det 1 grad, også blir det 4 grader kaldere. Da kommer vi først til 0 grader.
236. Hva blir det når det blir mindre enn 0 grader? (Jon tegner på ark for eleven).
237. **Rune:** Minus
238. **J:** Minus, ja.
239. **J:** Men blir det 4 da? Hvis dere går fra -1, -2, -3. Blir det 4 da? Eller blir det -4?
240. **Rune:** -4

Rune forutså at to svar på oppgaven kan være 5-1 og 1-5. Jon hjalp Rune med å reflektere over om begge regnestykkene er korrekt ved å hjelpe eleven med å visualisere en situasjon hvor man skal ta bort mer enn det man har. Rune kom etter hvert frem til at 1-5 er det samme som -4, som vises i linje 40, og er dermed ikke et korrekt svar.

*Exchange*, den fjerde E'en, handler om at elevene samarbeider og utveksler tanker og ideer. I denne koden deler elevene tanker med hverandre og bygger på hverandres ideer, og det skjer dermed en utveksling. Ettersom vårt fokus er på læreren, kan denne koden ha vært til stede flere ganger uten at vi fikk det med i vårt datamateriale. Strukturen på hvordan elevene skal løse oppgaven i Emil gir gode muligheter for Exchange, ettersom de skal jobbe sammen i par med ett nettbrett. Dette gir muligheter for at elevene deler ideer med hverandre og kommenterer hverandres tanker. I Jons undervisning J2 kom dette til syne:

28. **J:** Ja, det er bare å sette i gang. Vise til hverandre hva slags regnestykker dere fant.

Elevene måtte vise regnestykkene de hadde funnet i den forrige undervisningstimen til partneren sin. Denne typen situasjon gir gode muligheter for Exchange, da elevene må argumentere for om sine regnestykker er korrekt og paret må sammen finne ut om de har noen regnestykker som er like eller ulike. Det kan også skje Exchange når læreren og elevene har helklassediskusjon etter en oppgave. Elevene kan dele sine ideer i helklassediskusjon og bygge på andre elevs ideer. Et eksempel på en slik situasjon kom til syne i Sigrids undervisning S1:

To elever delte sine svar, og i diskusjonen kom det frem hvorfor svarene deres var ulike. I linje 157 delte Eirin sitt svar, og i linje 176 delte Pia sitt svar, svarene var forskjellige fordi de hadde ulike regler for hvordan Emil kan gå i appen. Eirin startet ikke Emil på nytt for hver bokstav han samlet inn, mens Pia startet på nytt for hver bokstav slik det vises i hennes svar i linje 170. Pia sitt svar kom frem i diskusjonen fordi Sigrid stilte spørsmålet «Er dere enig?» i linje 163. Pia måtte etter hvert forklare hvorfor hun var uenig med Eirin, og slik delte de og bygget på hverandres ideer.

156. **S:** Okei, Eirin?
157. **Eirin:** Okei, det er P, T, R, D, N, B, M, L
158. **S:** Enig, var det det her du sa? (har skrevet bokstavene på tavla)  
(...)
162. **S:** P for Per, T for Turid, R for Reidar, D for Dina, N for Nina, B for
163. Bjarne, M for Mina, L for Lise. Er dere enig?  
(Noen sier ja, og noen sier nei)  
(...)
169. **S:** Hæ? Vet du ikke hvorfor du er uenig? Nei, okei. Pia, har du?
170. **Pia:** Ja! (...) starta på nytt etter hver bokstav man tar.
171. **S:** starter man på nytt for hver bokstav? Er det slik at hvis han har plukka P, så må han
172. starte på nytt igjen?  
(Elevene sier nei, han må ikke)
173. **S:** Han måå ikke, men kan han det?  
(Elevene sier ja)
174. **S:** Han kan starte på nytt igjen. Så hvis Mia velger at han må starte på nytt igjen for
175. hver gang, så kan han. Hva har du fått da?
176. **Pia:** jeg har fått L, B, P og D

Den siste E'en, *bridgE*, handler om at læreren viser eksplisitt koblingen mellom programmering og matematikk til elevene. Jon brukte en slik kobling i sin undervisning J1-1:

58. **J:** Da kan dere snu boka. Sånn at dere ikke ser. Jeg glemte å si en ting, og det er at det
59. er et tegn her som dere ikke har jobba så mye med, pluss og minus kjenner dere til,
60. er det et tegn her som dere ikke har brukt så masse?
61. **J:** Ehh..., Per?
62. **Per:** Gange
63. **J:** Ja, og gange det betyr, det er på en måte dere kan tenke på det som pluss. At det
64. for eksempel her da, her kan jeg ha tre tårn med tre i, så istedenfor, jeg kan skrive
65.  $3 + 3 + 3$ , ellers kan jeg si at jeg har 3 tårn 3 ganger, så 3 ganger 3. Det betyr
66. egentlig at jeg har tre 3'ere. Det er det samme som  $3 + 3 + 3$ . (...)

I linje 58-60 forklarte Jon at det finnes et tegn, multiplikasjonstegnet, i programmeringsaktiviteten som elevene ikke hadde brukt så mye før. Jon forklarte betydningen av tegnet i linje 63-66. Multiplikasjon ble altså forklart fordi det er et tegn man kan ta i bruk i Emil. I undervisningstimene var det andre situasjoner hvor matematikk og programmering kunne blitt koblet sammen, men hvor det ikke ble gjort eksplisitt for elevene. En slik situasjon fant sted i Jons undervisning J1-2:

69. **J:** Ehh, det går an å ha pluss og minus i samme stykke. Skal du prøve om det hjelper?
70. **Knut:** Da blir det litt enklere,  $5 + 6$  også -, hva blir 7 av det? Da blir det 11, og
71. minus 4.  $11 - 4$ , det blir 7?
72. **J:** Mhm.

I linje 69 forklarte Jon at «det går an å ha pluss og minus i samme stykke». Altså går det an for Emil og samle inn både plusstegnet og minustegnet når han skal lage

regnestykker i denne oppgaven. Koblingen mellom matematikk og programmering ble ikke gjort eksplisitt for eleven, da det ikke ble forklart at bruken av begge tegnene gjelder både i programmeringsaktiviteten og i matematikk.

### Eksempler på koder i den matematiske samtalen

Alle de fire stegene i rammeverket for matematisk samtale kom frem i undervisningen. *Steg 1* omhandler at læreren skal få elevene til å klargjøre og dele ideer, et eksempel på dette kom til syne i undervisning J2:

- 67. **Hugo:** Ehh, 5 ganger 2 er 10, minus 3, 7
- 68. **J:** Ja, så  $10 - 3$  blir 7? (Hugo nikker) Ja, kjempefint. Er det noen flere regnestykker?
- 69. Nå har vi fått fem allerede, fem forskjellige summer. Ehm, Birk?
- 70. **Birk:**  $3 + 4$

I samtalen tok Jon i bruk teknikken *revoicing*, dette vises i linje 68 hvor Jon stilte spørsmålet «så  $10 - 3$  blir 7?». Ved at Jon stilte spørsmålet fikk han bekreftet om han hadde riktig forståelse av Hugos tanker, og dette kan ha hjulpet Hugo med å dele og klargjøre sin matematiske idé. Jon ønsket å få flere elevers ideer frem i samtalen, dette gjorde han ved å høre om det var noen flere regnestykker. Jon fikk i linje 69 en ny elev til å dele sin matematiske ide ved å si elevens navn. En annen teknikk innenfor dette steget som vi tror lærerne brukte er *wait time*, men det hadde vi ikke fokus på i vår analyse. Teknikken ble aldri uttrykt muntlig ved at læreren for eksempel sa "nå får dere ett minutt til å tenke på det", men det kan tenkes at elevene likevel fikk tid til å tenke flere ganger uten at dette ble muntlig uttrykt.

*Steg 2* i den matematiske samtalen handler om at læreren skal hjelpe elevene med å orientere seg rundt andres tanker. Jon fikk en elev, Knut, til å gjenta det en annen elev hadde sagt i undervisning J2:

- 137. **J:** Går det an? Blir det 7?
- 138. **Runa:** For  $6 - 3$ , det blir 3, og  $3 + 4$  det er lik.
- 139. **J:** Da må vi høre, kanskje noen av dere kan gjenta. Er det noen som vil gjenta da?
- 140. Ja, Knut?
- 141. **Knut:** Ehm,  $6 - 3$  det blir 3, og  $3 + 4$  det er lik 7.

Runa forklarte en utregning for klassen i linje 138. Jon fikk Knut til å gjenta denne utregningen i linje 139 ved å stille spørsmålet «Er det noen som vil gjenta da? Ja, Knut?». Spørsmålet til Jon fikk Knut, og de andre elevene, til å orientere seg rundt Runas utregning.

*Steg 3* i rammeverket for matematisk samtale omhandler å hjelpe eleven med å utdype sine egne tanker. Sigrid prøvde å hjelpe en elev med å forklare hvorfor svaret til eleven er riktig i undervisning S1:

415. **S:** Pia?
416. **Pia:** O
417. **S:** O sier Pia. Er dere enig? Er O´en... hvorfor mener du at O´en er på midten da?
418. **Pia:** På grunn av, ehh... hvis man trekker en mindre av alfabetet.. en mindre
419. bokstav, så deler man det i to, så blir det 14
420. **S:** Så 28 er en mindre enn 29?
421. **Pia:** Ja, også deler man det i to, så blir det 14. Og så telte jeg opp til 14, også
422. mellom de to fjortendelen så var O´en.
423. **S:** Okeei! Hørte dere det? Var det en lur måte å tenke på? Det synes i hvert fall jeg.
424. 28 er partall, tenker Pia.
425. **Pia:** Ja, man tar bort en, også plusser man på en, etter man har tatt 14, også blir det O
426. **S:** Din luring! Og  $14 + 14$  er 28

I linje 415 fikk Sigrid eleven, Pia, til å dele sin ide om hva som er midten av alfabetet. Pia delte sin ide, som vises i linje 416, hvor hun sa at O er den midterste bokstaven i alfabetet. Sigrid hjalp deretter Pia med å utdype svaret ved å stille spørsmålet «hvorfor mener du at O´en er på midten da?», i linje 417. Spørsmålet gjorde at Pia måtte forklare hvordan hun kom frem til svaret, og hjalp dermed også de andre elevene med å forstå hvorfor Pia mente at O var det riktige svaret. I linje 420 brukte Sigrid *revoicing*, som er en *talk move* i Steg 1, for å klargjøre Pias ide.

*Steg 4* handler om at læreren skal hjelpe elevene med å engasjere seg i andres resonnering. Jon tok i bruk dette steget i undervisning J2 hvor han fikk en elev, Hugo, til å bygge på en annen elevs svar:

63. **Anders:**  $5 \cdot 2 - 3$
64. **J:**  $5 \cdot 2 - 3$ , Anders har du lyst til å forklare det?
65. **Anders:** Neeii
66. **J:** Er det noen som tror de kan forklare dette regnestykket her? Ehh, Hugo vil du prøve?
67. **Hugo:** Ehh, 5 ganger 2 er 10, minus 3, 7

Anders delte sitt svar med klassen i linje 63, men som det kommer frem i linje 65, hadde ikke Anders lyst til å utdype svaret sitt for resten av klassen. Jon valgte da å få en annen elev til å engasjere seg i Anders sin resonnering ved at han fikk Hugo til å forklare hvordan han forstod Anders sitt svar. Hugo la da til mer på Anders sitt resonnement i linje 67, hvor Hugo forklarte utregningen. En annen måte å få elever til å engasjere seg i andres resonnering er å spørre om de er enig/uenig. Da lærerne brukte dette som *talk move* ble to ulike typer situasjoner tydelig. Den ene typen situasjon gikk ut på at elevene svarte ja/nei, og etter elevene hadde svart ble ikke ideen videre utdypet. I den andre typen situasjon ble ideen utdypet ved at det eksempelvis kom oppfølgingsspørsmål eller en spesifikk elev ble spurt om hvorfor den var enig/uenig. I Sigrids undervisning S1 så vi et eksempel på den første typen situasjon, hvor ideen ikke ble utdypet:

150. **S:** Okei. Han Nils sier at det er en A og en E og en I. Er dere enig?
151. **Klassen i kor:** jaaa
152. **S:** Okei. Er det noen som er uenig? (Ingen svarer) Nei. Da trekker jeg en ny pinne (...)

Da Sigrid i linje 150 spurte elevene om de var enig i svaret til Peter, måtte de engasjere seg i hans resonnering og tenke over om dette var noe de var enige i eller ikke. Elevene

fikk ikke spørsmål om hvorfor de var enige, derfor ble ikke ideen utdypet. Et eksempel på en situasjon hvor ideen ble utdypet kom til syne i Jons undervisning J2:

35. **Kevin:**  $5*1+2$
36. **J:**  $5*1+2$ , kan dere sjekke om det blir, om det blir 7, er dere enig i at det blir 7?
37. Harald?
38. **Harald:** Alt som blir ganga med 1, det blir jo det samme tallet. Og ganging det gjør
39. man alltid først, så man kan tenke at det bare blir  $5+2$ .

Jon spurte elevene i linje 36 om de kunne sjekke om de var enig med Kevin om at svaret er det samme som 7. Det er mulig at det første spørsmålet Jon stilte i linje 36 var det som gjorde at Harald utdypet hvorfor han var enig med Kevin. Spørsmålet gjorde at ideen ble utdypet, og Harald engasjerte seg i Kevins resonnering ved at han forklarte klassen hvorfor han var enig i at svaret er det samme som 7.

#### 4.2.2 Sigrids undervisning

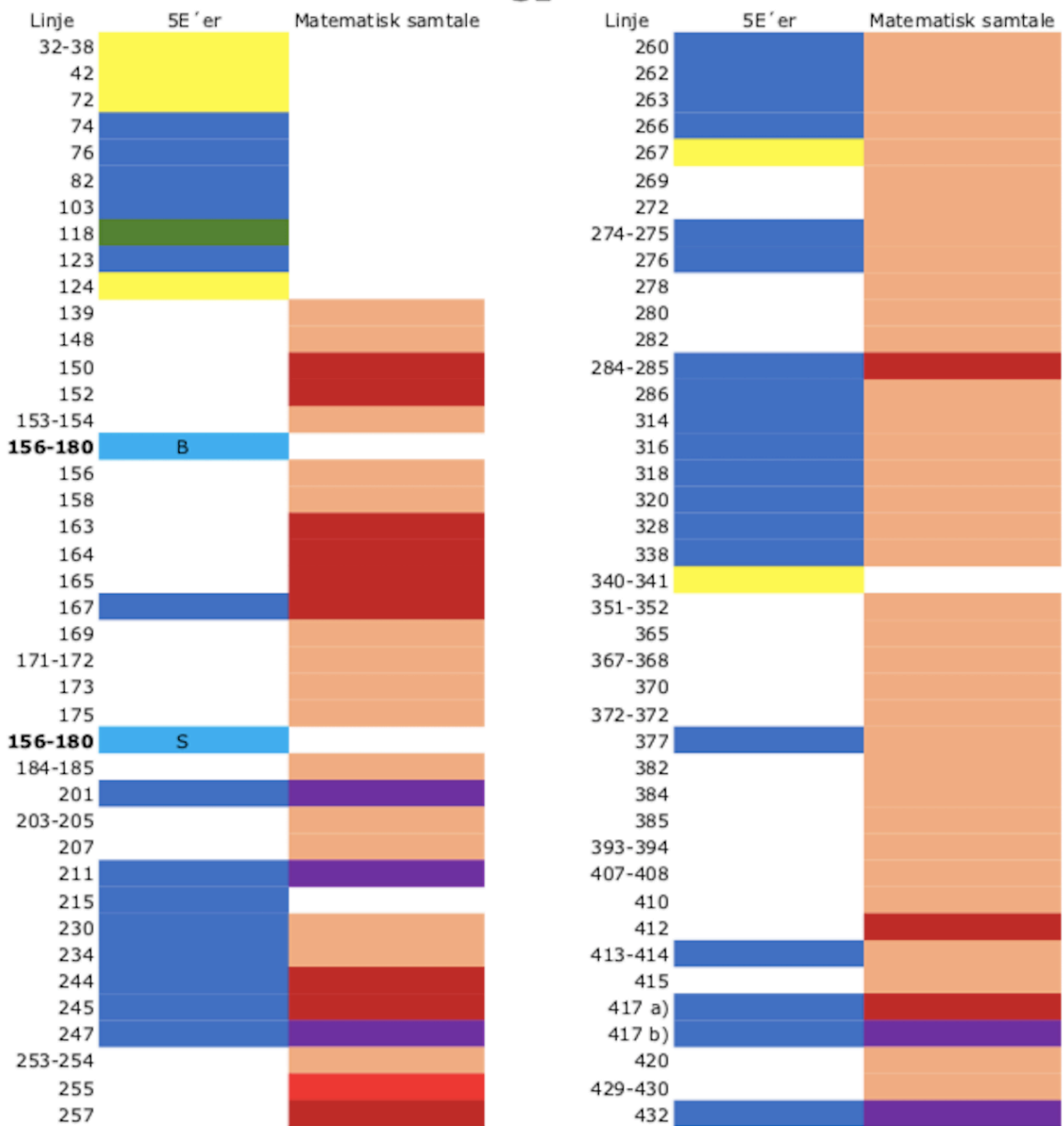
Det var lik struktur på de to undervisningstimene hvor vi observerte Sigrid. Elevene fikk en kort gjennomgang av oppgaven de skulle arbeide med (se vedlegg 6 og 7), og utforsket oppgaven i par med ett nettbrett og hver sin Emil-arbeidsbok. Mens elevene arbeidet gikk Sigrid rundt i klasserommet og veiledet elevene som hadde behov for det. Etter at elevene hadde fått tid til å løse oppgaven brukte Sigrid det hun kaller tavlediskusjon, altså helklassediskusjon. Under helklassediskusjonen fikk hun elevene til å komme med forslag til løsninger, dette gjorde hun ved å «trekke pinne». Det vil si at hun trakk en ispinne med navnet til den eleven som fikk dele sin ide. Dermed var det tilfeldig hvilke elever som fikk dele sine tanker med resten av klassen. Begge undervisningstimene varte i ca. 40 minutter, hvor det ble arbeidet med tre oppgaver i den første undervisningen og en oppgave i den andre.

Rammeverk	Kategorier		S1	S2
Lærerens utsagn			189	169
Utsagn med rammeverk			80	51
Utsagn utenom rammeverk			109	118
5E'er	Explore	Oppgaven	2	3
		Prøve på egenhånd	4	17
	Explain	Reflektive spørsmål	32	29
	Envisage		-	-
	Exchange		1	1
	bridgE		1	-
Matematisk samtale	Steg 1	Dele med klassen	42	15
		Revoicing	9	-
		Stopp og noter	1	-
	Steg 2		1	-
	Steg 3		4	2
	Steg 4	Enig/uenig	11 (5)	2
Legge til		1	6	
Hva tenker du om det		-	-	
Begge	Explain & Steg 1		17	1
	Explain & Steg 3		5	2
	Explain & Steg 4		5	2
	Explore & Steg 1		1	-
	Explore, Explain og Steg 1		-	1

**Tabell 4.1: Antall utsagn fra rammeverkene i Sigrids undervisning**

Tabell 4.1 viser totalt antall utsagn Sigrid hadde i løpet av undervisningstimene (som vi har fanget opp ved bruk av lydopptak), hvor mange av disse utsagnene som er knyttet til rammeverkene og hvor mange som ikke er knyttet til noen av rammeverkene. Tabellen er delt inn i de to rammeverkene og i de to undervisningstimene (S1 og S2). I tabellen vises antall utsagn innenfor hver av kodene og kategoriene i de to rammeverkene. Rammeverket øverst i tabellen er de 5E'ene, *Explore*, *Explain*, *Envisage*, *Exchange* og *bridgE*. Den andre delen av tabellen viser matematisk samtale og er delt inn i *Steg 1*, *Steg 2*, *Steg 3* og *Steg 4*. Stegene er igjen delt inn i kategorier basert på hvilke *talk moves* lærerne tok i bruk. I Steg 4 innenfor kategorien enig/uenig står et tall i parentes. Dette tallet beskriver hvor mange situasjoner som ble utdypet. Til slutt i tabellen vises hvilke koder innenfor de to rammeverkene som ble brukt samtidig, og antall ganger dette skjedde.

# S1



Tabell 4.2: Analyse av Sigrids undervisning S1



## S2

Linje	5E'er	Matematisk samtale	Linje	5E'er	Matematisk samtale
37	Yellow	Orange	279		Orange
38	Blue	Orange	281-282		Orange
43	Blue	Purple	289	Blue	Red
47		Orange	291		Orange
52-53	Yellow		293		Red
93	Blue		295		Red
104	Yellow		297-298		Orange
116	Blue		305	Blue	
118			314		Orange
133	Yellow		316	Blue	
138			321		Red
143			326	Yellow, Blue	
161			330		Orange
207			334-335	Blue	Red
210	Yellow		<b>256-339</b>	<b>S</b>	
218	Blue		340-341	Yellow, Blue	
222	Blue		359-360		
243			361	Yellow, Blue	
253		Orange	365		Orange
<b>256-339</b>	<b>B</b>		372	Yellow, Blue	
256		Orange	373		
259 a)	Blue	Purple	375a		Orange
259 b)		Red	375b	Yellow, Blue	
261		Red	378		
264		Orange	381	Blue	
266		Orange	383	Yellow, Blue	Orange
271		Red			

**Tabell 4.3: Analyse av Sigrids undervisning S2**

Tabell 4.2 og 4.3 viser utsagnene til læreren knyttet til rammeverkene ved bruk av fargekoder. Fargekodene er beskrevet i metode for analyse. Bokstaven og tallet som er uthevet over tabellene viser til hvilken undervisningstime tabellen tilhører, eksempelvis betyr S1 Sigrids første undervisningstime. Loddrett er tabellene delt inn i de ulike rammeverkene med tall som viser hvilken linje i transkripsjonen utsagnet er hentet fra. Tabellene går i kronologisk rekkefølge fra venstre og nedover og fortsetter så i høyre kolonne og nedover. Når det skjer *Envisage* og *Exchange* vises begynnelsen av disse situasjonene med en «B» og slutten av situasjonen med en «S», og det står flere tall sammen som er uthevet (f.eks. S2 **256-339**) som viser til at det er en situasjon og ikke et utsagn. Årsakene til at disse kodene blir presentert som en situasjon og ikke et utsagn er at alt som foregår i situasjonen, både lærer og elevs utsagn, er en del av koden. Koden kan derfor ikke knyttes til et spesifikt utsagn. I disse situasjonene kan andre koder komme til syne samtidig, som vises mellom situasjonens begynnelse og slutt. *Envisage* skjer kun i Jons undervisning, og *Exchange* skjer kun i Sigrids undervisning.

Nå vil vi beskrive Sigrids bruk av rammeverket for programmering, de 5E'ene. Fra tabell 4.1 kommer det frem at i 90 av Sigrids utsagn tok hun i bruk kategorier innenfor de 5E'ene. Sigrid hadde ca. 360 utsagn i de to undervisningstimene, altså var ca. 1 av 4 utsagn innenfor rammeverket om programmering. Det vises i tabell 4.2 og 4.3 at Sigrid i undervisningen brukte Explain mest innenfor dette rammeverket, av de 90 utsagnene brukte hun Explain 61 ganger. Sigrid brukte også en del Explore hvor hun fikk elevene til

å prøve å løse oppgaver på egenhånd, noe som skjedde 21 ganger. 5 ganger ga hun elevene oppgaver som fikk dem til å utforske. Flere ganger i undervisning S2 (f.eks. linje 93, 104, 133) tok Sigrid i bruk to av kodene i rammeverket, Explore og Explain, i samme utsagn. Dette fordi det var et reflektivt spørsmål som fikk elevene til å utforske.

I matematisk samtale brukte Sigrid mest Steg 1, som er å hjelpe elevene med å klargjøre og dele ideer. Steg 1 ble brukt 57 ganger av Sigrid. Steg 4, som handler om å få elever til å engasjere seg i andres resonnering, ble også brukt en del av Sigrid. Hun brukte mest kategorien enig/uenig, og som det vises i tabell 4.1, ble 5 av disse videre utdypet.

I det videre vil vi gi eksempler på situasjoner hvor begge rammeverkene var tilstede. I tabellene for Sigrids undervisning (4.2 og 4.3) kommer det frem at da det skjedde Exchange var matematisk samtale tilstede. Dette kom til syne i Sigrids undervisning S2:

256. **S:** ja, Pia og Karen. Hvilken løsning vil dere vise?  
(viser med smartbord på tavla)
257. **S:** okei
258. **Karen:** vi tok 1, 2, 3, 4, 5
- 259a). **S:** hvordan tenkte dere?
- 259b). **S:** Er det noen som har fått samme løsning som de?
260. **Alexander:** ja  
(...)
266. **S:** okei. Jeg skal trekke en pinne. Jeg trekker pinne. Okei. Laura og Viljar.  
(Trekket pinne for å få frem flere løsninger. De som blir trukket får i-Pad skjermen sin opp på smartboard)
267. **Viljar:** okei, nå begynner jeg. Okei, 1, 2, også bort dit, 3, også dit, 4, 5  
(...)
271. **S:** hadde dere fargelagt samme rute da?  
(...)
273. **Karen:** de har jo bare tatt en rute mindre
274. **Viljar:** nei, to ruter mindre
275. **S:** to ruter mindre
276. **Viljar:** dere brukte mer (altså flere ruter)
277. **Karen:** nei, like masse, fordi vi tok ikke der eneren var
278. **Viljar:** og dere tok jo de to der i mellom der
279. **S:** hvor, Viljar?
280. **Viljar:** de tok disse to også
281. **S:** åja, okei. Ja. Okei, da trekker jeg en pinne. Joar og Arne.  
(viser sin løsning på smartboard)
- (...)
289. **S:** okei... ja, er den annerledes?
290. **Elever:** ja
291. **S:** okei. Hvor mange ruter er det her da? (som har byttet farge)
292. **Karen:** en.. eller den er en i fra.. to i fra den jeg og Pia gjorde
293. **S:** to i fra? Er det flere eller færre eller mer?
294. **Petra:** det er færre enn det Pia hadde opp
295. **S:** færre enn Pia? Eller flere?
296. **Petra:** færre  
(...)
299. **Elever:** vi har en kul en
300. **S:** har dere? Okei, vi må bare høre på en.. sjekke en kul en  
(...)
314. **S:** hæt? Hva skjedde nå? Hva gjorde du Alexander?
315. **Alexander:** tok det baklengs
316. **S:** tok du det baklengs. Ja. Nei. Er det riktig da? Er det riktig? Heheh. Ja, kanskje det
317. er det. Hvor mange ruter har dere tatt... ja, 5, 4, 3, 2, 1.  
(...)
320. **S:** har dere også gjort det? Sett på maken da. (elever ler og prøver) Fikk dere også til
321. det? Er det samme løsninga da?
322. **Petra:** Ja. Nei, nei, nei
323. **S:** samme rute mente jeg
324. **Petra:** eller jo, jo! Det er det
325. **S:** ja.  
(Elever prater og utforsker på i-Pad)
326. **S:** Stilig da. 5, 4, 3, 2, 1 og 1, 2, 3, 4, 5 og... kan dere se hvilken løsning som dekker flest ruter?

I denne situasjonen skjedde en utveksling av løsninger hvor elevene delte og bygget på hverandres ideer. For å få elevene til å dele ideene sine tok Sigrid i bruk Steg 1 i rammeverket fra matematisk samtale, som vises i linje 256, 266, 279, 291 og 314. Exchange omhandler å bygge på andres ideer og Steg 4 omhandler å få elevene til å engasjere seg i andres ideer, det er derfor naturlig at disse skjer samtidig. Sigrid brukte Steg 4 i linje 259b), 271, 289, 293, 295 og 321. Sigrid brukte Explain i linje 259a), 289, 316 og 326, hvor hun stilte spørsmål for å få elevene til å reflektere og forklare sine tanker. I linje 259a) brukte Sigrid Steg 3, hvor hun fikk eleven til å utdype sin ide ved å spørre «hvordan tenkte dere?». Hun stilte her et reflektivt spørsmål og fikk elevene til å klargjøre sine ideer, altså tok Sigrid i bruk Steg 3 og Explain samtidig. I linje 289 spurte Sigrid en elev om dens strategi var annerledes fra en annens. Spørsmålet fikk eleven til å engasjere seg i en annen elevs resonnering, men det fikk også eleven til å reflektere og klargjøre ideen. I linje 289 vises dermed at Explain og Steg 4 også ble brukt samtidig. I Exchange situasjonen brukte Sigrid Explore innenfor rammeverket i programmering. Hun fikk elevene, i linje 326, til å prøve å finne ut hvilken løsning som dekket flest ruter i Emil-appen, som gjorde at elevene måtte utforske på egenhånd.

I helklassediskusjon i undervisning S2 skjedde det en situasjon hvor Sigrid tok i bruk Explore, Explain og Steg 1 i samme utsagn:

383. **S:** (...) Hvor er mål? Kan han gå tilbake der han startet?

Utsagnet til Sigrid fikk elevene til å undersøke, forklare og klargjøre ideene sine. Elevene måtte undersøke hvor mål var og om Emil kunne gå tilbake til der han startet. Spørsmålet klargjorde elevenes tanker om hvilke regler som gjaldt for Emil, som gjorde at de kunne dele sine løsninger.

Explain og Steg 1 ble brukt samtidig 18 ganger i Sigrids undervisning. Et eksempel på dette fant sted i undervisning S2:

37. **S:** (...) Er det  
38. noen som kan forklare hva det betyr? Riktig rekkefølge? Okei.. her er det et par  
39. hender i været. Alexander, siden du var sist i går kan du få først nå. Ja.  
40. **Alexander:** Ehm.. liksom, hvis det er 1, så skal man ta 1, 2, 3, 4, 5 ...  
41. **S:** Ja. Hvis det er 1 ja  
42. **Alexander:** og hvis det er 2 så kan man ta i fra det minste tallet til det største  
43. **S:** Skal man alltid det?  
44. **Alexander:** Nei, man kan også ta i fra det største tallet til det minste ...  
45. **S:** Okei

Sigrid diskuterte med hele klassen om hva riktig rekkefølge betyr. Spørsmålet i linje 37-38, fikk elevene til å dele sine tanker om hva som er riktig rekkefølge. Elevene måtte også reflektere over om det fantes flere rekkefølger som kunne være riktig løsning, og forklare sine tanker.

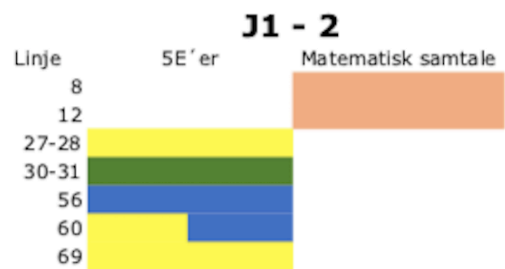
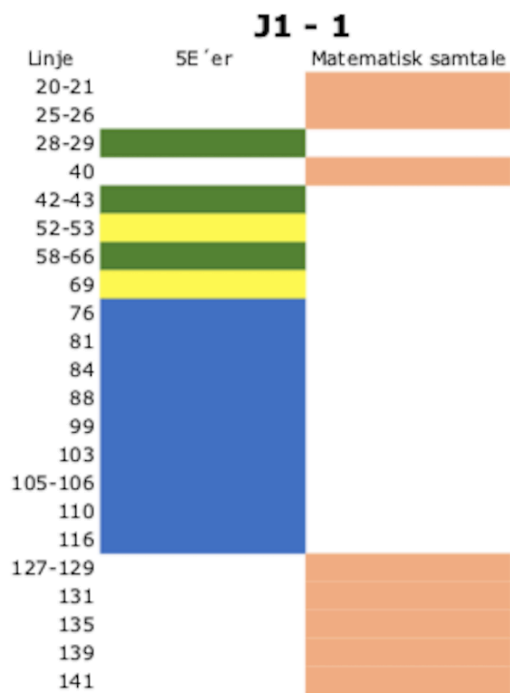
#### 4.2.3 Jons undervisning

De to undervisningstimene til Jon hadde noe ulik struktur. I undervisning J1 ble elevgruppen delt i to, slik at de i denne undervisningen var 12 elever. Jon hadde hver elevgruppe i ca. 20 minutter. I denne klassen hadde de tolærersystem og var derfor ofte delt i to grupper. Jon kommenterte antall elever og delingen av elevgruppen i intervju. Han forklarte at klassen har en dynamikk som gjør at det er fint å dele dem,

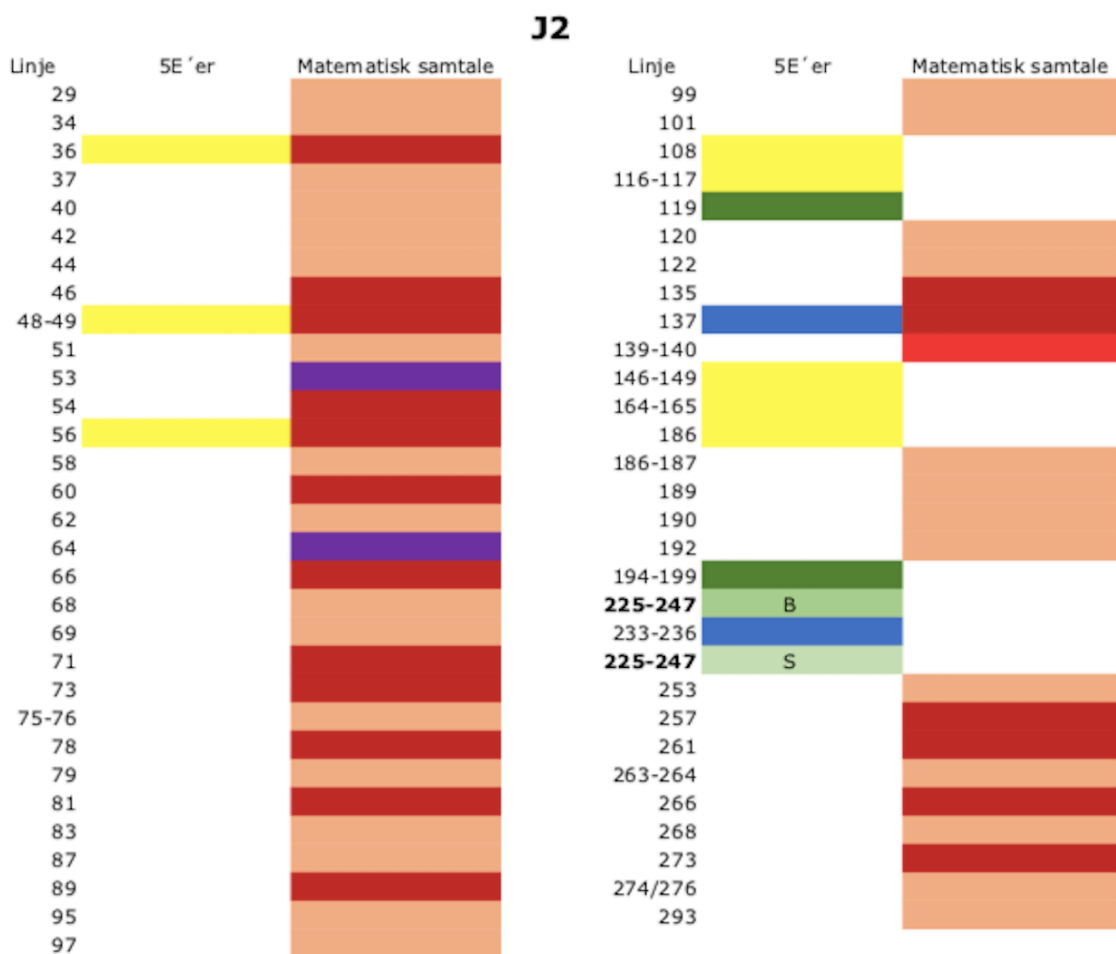
men at dette gjør at det blir en kort undervisningstime som gir andre utfordringer (J-f, linje 242-245). Etter at klassen var delt, fikk elevene oppgaven de skulle utforske i par (se vedlegg 8). Parene delte ett nettbrett, men hadde hver sin Emil-arbeidsbok. Mens elevene utførte oppgaven, gikk Jon rundt i klasserommet og veiledet dem. Med den første elevgruppen, i undervisning J1-1, rakk Jon å ha noe helklassediskusjon hvor noen elever delte sine løsninger. I undervisning J1-2, med den andre elevgruppen, gjorde de nesten det samme som i undervisning J1-1, men her fikk de ikke tid til å gjennomføre helklassediskusjon. Jon bestemte derfor at de skulle gjennomgå oppgaven i undervisning J2, hvor hele klassen var samlet. Dermed startet undervisning J2 med at elevene delte sine løsninger fra oppgaven i undervisning J1 med hverandre i par. Etter at elevene hadde fått tid til å dele ideer med hverandre, hadde klassen helklassediskusjon om oppgaven. Etter denne diskusjonen ga Jon elevene neste oppgave (se vedlegg 9). Til slutt i undervisning J2 hadde de helklassediskusjon om oppgaven, hvor elevene fikk dele sine ideer og engasjere seg i andres resonneringer. Undervisning J2 varte i ca. 40 minutter.

Rammeverk	Kategorier		J1 - 1	J1 - 2	J2
Lærerens utsagn			<b>48</b>	<b>30</b>	<b>107</b>
Utsagn med rammeverk			<b>22</b>	<b>7</b>	<b>59</b>
Utsagn utenom rammeverk			<b>26</b>	<b>23</b>	<b>48</b>
5E'er	Explore	Oppgaven	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
		Prøve på egenhånd	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
	Explain	Reflektive spørsmål	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	Envisage		-	-	<b>1</b>
	Exchange	bridgE	-	-	-
			<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Matematisk samtale	Steg 1	Dele med klassen	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>30</b>
		Revoicing	<b>1</b>	-	<b>1</b>
		Stopp og noter	-	-	-
	Steg 2		-	-	<b>1</b>
	Steg 3		-	-	<b>2</b>
	Steg 4	Enig/uenig	-	-	<b>12 (3)</b>
Legge til		-	-	<b>3</b>	
Hva tenker du om det		-	-	<b>3</b>	
Begge	Explore & Steg 4		-	-	<b>3</b>
	Explain & Steg 4		-	-	<b>1</b>

**Tabell 4.4: Antall utsagn fra rammeverkene i Jons undervisning**



**Tabell 4.5: Analyse av Jons undervisning J2**



**Tabell 4.6: Analyse av Jons undervisning J2**

Tabell 4.4, 4.5 og 4.6 viser antall utsagn innenfor de ulike kodene og Jons utsagn knyttet til de to rammeverkene. Tabellene som brukes for å beskrive lærernes undervisning forklares ved Sigrids tabeller.

I Jons undervisning så vi en tydelig forskjell mellom den første og den andre undervisningstimen. I J1 brukte han en overvekt av 5E'er, og i J2 en overvekt av matematisk samtale. Dette kan ha sammenheng med at han valgte å ha fokus på arbeid med oppgaven i J1, og helklassediskusjon i J2. Jon kan ha gjort det på denne måten ettersom tiden ikke strakk til i første undervisningstime (J1).

Det vises av tabell 4.5 og 4.6 at Jon tok i bruk Explore, Explain, Envisage og bridgE, og at Explain og Explore er de kodene innenfor rammeverket som han brukte mest. Jon tok i bruk Explain 13 ganger i de to undervisningstimene, og 11 av disse ble brukt i undervisning J1. I vårt datamateriale brukte ikke Jon Exchange, men som forklart tidligere kan dette ha skjedd uten at vi har klart å fange det opp med våre innsamlingsmetoder. I begge undervisningstimene satt elevene i par og løste oppgavene ved å samarbeide.

Jons bruk av matematisk samtale var ulik i de to undervisningstimene. I undervisning J1 tok Jon i bruk Steg 1, men ingen av de andre stegene. I undervisning J2 var bruken av matematisk samtale mer variert, og alle stegene i matematisk samtale ble benyttet. Jon brukte Steg 1 og Steg 4 mest. Han tok i bruk Steg 1 31 ganger, og Steg 4 20 ganger, hvor 12 av disse var innenfor kategorien enig/uenig. Av de 12 ble 3 situasjoner utdypet.

Jon tok i bruk de to rammeverkene samtidig i to ulike typer situasjoner. Den ene typen situasjon var Explain og Steg 4, og den andre typen situasjon var Explore og Steg 4. Eksempel på Explain og Steg 4 har blitt beskrevet i Sigrids undervisning, hvor elevene engasjerer seg i en annen elevs resonnering og samtidig må resonnerere over om løsningen er korrekt. I Jons undervisning J2 kom det til syne at han tok i bruk Explore og Steg 4 når han fikk elevene til å utforske om en elevs løsning var korrekt:

35. **Kevin:**  $5*1+2$
36. **J:**  $5*1+2$ , kan dere sjekke om det blir, om det blir 7, er dere enig i at det blir 7?
37. Harald?
38. **Harald:** Alt som blir ganga med 1, det blir jo det samme tallet. Og ganging det gjør
39. man alltid først, så man kan tenke at det bare blir  $5+2$ .
40. **J:** Ja, fint. Og  $5+2$  det blir?
41. **Elever:** 7

I linje 36 ba Jon elevene om å undersøke om Kevins løsning er det samme som 7. Altså hjalp han elevene med å engasjere seg i Kevins ide, som er Steg 4 i rammeverket for matematisk samtale. Samtidig måtte elevene prøve å finne ut på egenhånd om Kevin sitt svar var korrekt, og Jon brukte derfor Explore sammen med Steg 4.

## 5 Drøfting

I resultatkapittelet har vi vist frem interessante funn fra både intervju med lærerne og observasjon av deres undervisning, med utgangspunkt i rammeverket til Benton et al. (2016, 2017) og Chapin et al. (2013). Underveis i dette kapittelet vil vi referere til utdrag fra resultatet, og for å tydeliggjøre dette refererer vi til sidetallet hvor leseren kan finne utdraget i studien. I dette kapittelet vil vi forsøke å svare på forskningsspørsmålene og problemstillingen i studien ved å drøfte resultatet opp mot teori. Først vil vi forsøke å svare på det første forskningsspørsmålet ved å drøfte hvordan de ulike undervisningspraksisene til Benton et al. (2016; 2017) kom til syne i undervisningen. Deretter forsøker vi å svare på det andre forskningsspørsmålet ved å drøfte ulike emner opp mot den matematiske samtalen, og hvordan stegene til Chapin et al. (2013) for den matematiske samtalen kom til syne i undervisningen. Vi vil så drøfte de mest fremtredende sammenhengene vi har oppdaget mellom de to rammeverkene for å svare på problemstillingen i studien.

Lærerne i studien fikk ikke informasjon om at vi skulle bruke rammeverk om de 5E'ene og matematisk samtale, og de var dermed ikke bevisst på disse da vi observerte dem. I begge rammeverkene kommer det frem at de kan brukes i planlegging av undervisning (Chapin et al., 2013; Benton et al., 2016; 2017). Med utgangspunkt i svarene fra intervjuene har ingen av lærerne brukt rammeverkene i planleggingen, da de ikke visste at det var disse rammeverkene vi tok utgangspunkt i. Da vi samlet inn data var ikke de nye læreplanene fastsatt, og lærerne hadde dermed ikke startet å ta i bruk denne læreplanen, som inneholder mål innen programmering. I denne delen av studien vil vi referere til utdrag fra analysen, for å tydeliggjøre dette refererer vi til sidetallet hvor leseren kan finne utdraget i studien.

### 5.1 Undervisningspraksiser i programmering – de 5E'ene

I denne første delen av drøftingen vil vi se nærmere på det første forskningsspørsmålet:

*På hvilken måte kommer undervisningspraksiser i programmering til syne i matematikkundervisning med Emil?*

De 5E'ene har ifølge Benton et al. (2016; 2017) ingen naturlig rekkefølge og kan dermed brukes slik det passer den enkelte. I det videre vil vi drøfte lærernes bruk av de 5E'ene.

#### 5.1.1 Explore

Elevene lærer gjennom utforskning, og læreren kan gi elevene oppgaver som gir mulighet til å utforske eller stille spørsmål for å holde elevene aktive (Benton et al., 2016; 2017). Emil er en utforskende programmeringsaktivitet og i lærerveiledningen ("Teacher material – Emil", 2019) er det relevante spørsmål som læreren kan stille underveis. Spørsmålene læreren stiller kan få elevene til å prøve å løse oppgaven på egenhånd, og dermed arbeide videre med oppgaven. Jon forklarte i intervjuet at han ønsker å utfordre elevene på å fortsette å utforske, selv om de føler seg ferdig med oppgaven (J-f, linje 89-91, s.53). Jon ønsket altså å holde elevene aktive i utforskningen. Konstruktivismen bygger på at elevene er utforskende og aktive når de

arbeider med oppgaver, og de skal ifølge Noddings (1990) konstruere og rekonstruere sine oppfatninger gjennom nye erfaringer. Elevene må utforske og skape sin egen kunnskap. Ved å gi elevene utforskende oppgaver eller stille spørsmål som holder elevene aktive, kan læreren hjelpe elevene i læring av ny kunnskap. Aktive elever var også noe Sigrid kommenterte i sitt intervju. Hun forklarte at det er først når elevene prøver selv og legger ned en innsats, at det skjer noe fysisk i hjernen deres (S-e, linje 46-59, s.52).

Læreren kan, som Bueie (2019) forklarer, få elevene til å konstruere sin egen kunnskap ved å utstyre dem med verktøy. Verktøyet læreren gir elevene er selve oppgaven eller spørsmål underveis for å holde elevene aktive. Utforskning blir også satt i fokus i læreplanen for matematikk i kjerneelementet «utforskning og problemløsning» (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Lærerne brukte oppgaver som var utforskende i sin undervisning og stilte spørsmål som fikk elevene til å prøve å løse oppgaver på egenhånd. I intervjuet med Sigrid forklarte hun at hun har mye fokus på at elevene skal prøve selv, og for å få elevene til å utforske stiller hun spørsmål til dem (S-e, linje 37-38 og linje 46-59, s.52). Benton et al. (2017) setter også fokus på å holde elevene aktive. De forklarer at fokuset ikke burde være på om det er et korrekt svar, men heller på forståelse av problemløsningsprosessen eller på hvilken strategi elevene bruker.

I tabell 4.2 (s.64) og 4.3 (s.65) vises det at Sigrid brukte mye spørsmål for å få elevene til å utforske i sin undervisning. Vi har knyttet koden (Explore) til lærernes utsagn, og et utsagn kan føre til lang tid med utforskning. Dette fordi et utsagn kan sette i gang elevens utforskning på egenhånd. Mye tid i undervisningstimene gikk ut på at elevene utforsket i læringspar. Sigrid tok i bruk Explore i 26 utsagn, og 21 av disse var å få elevene til å prøve på egenhånd (tabell 4.1, s.63), altså å holde elevene aktive i utforskningsprosessen. Dette samsvarer med det hun sa i intervjuet, hvor hun forklarte at elevene hennes er vant til å få spørsmål og ikke svar (S-f, linje 31-33, s.53). Benton et al. (2016) forklarer at utforskning kan gjøre at elevene må bruke problemløsning og kreativitet. Sigrid fikk elevene til å bruke problemløsningsevner ved å stille spørsmål som førte til at elevene utforsket videre, og dermed hadde hun en viktig rolle i utforskningen. Polya (2004) forklarer at læreren burde være bevisst på hvor mye hjelp man gir elevene. Årsaken til dette er at eleven selv skal gjøre det meste av arbeidet, og det skal være utfordrende for eleven. Jon påpekte at han synes denne balansen er utfordrende: «kanskje hadde det vært bra om jeg hadde vært mer tålmodig på å la de finne ut selv. Det er liksom en balansegang da... hvor mye skal du hjelpe de litt i gang, og hvor mye skal de på en måte få lov til å finne ut selv» (J-f, linje 192-194, s.53). Denne balansen i veiledning er viktig, slik at elevene selv gjør det meste av arbeidet, og finner problemet utfordrende.

### 5.1.2 Explain

Et viktig aspekt ved det å forstå en ide er å kunne forklare hva som har blitt lært og kunne forklare til andre hvorfor man har valgt en spesifikk strategi (Benton et al., 2016). Man kan få elever til å klargjøre sine ideer ved å stille reflekterende spørsmål. Både Jon og Sigrid nevnte i intervju at de bruker spørsmål som undervisningsstrategi. Jon forklarte i intervjuet at han stiller spørsmål for å få elevene til å snakke matematikk med han og med hverandre (J-e, linje 259-265, s.54). Sigrid forklarte at hun forsøker å aldri gi elevene svaret, men heller stille spørsmål når elevene ber om hjelp (S-f, linje 31-33, s.53). Begge lærerne brukte altså spørsmål i sin undervisning, for å få elevene til å reflektere og klare å løse oppgaven på egenhånd. I tabell 4.1 (s.63) og 4.4 (s.68)



kommer det frem at begge tok i bruk reflektive spørsmål. Sigrid brukte det i 61 utsagn, og Jon i 13 utsagn. Noe av årsaken til at Sigrids undervisning var karakterisert av flere reflektive spørsmål, kan ha vært hennes tanke om å aldri gi elevene svaret.

### 5.1.3 Envisage

Envisage handler om å forutse utfallet av en oppgave/et program, og en viktig del av denne prosessen er å sammenligne det faktiske utfallet med det man forutså (Benton et al., 2017). Selv om det er resultatet av oppgaven man skal forutse, må man tenke gjennom hvordan man skal komme seg dit, og hva som er den beste måten. Som Schoenfeld (1985) påpeker, er det ikke hva man produserer som er viktig, men hva man gjør for å komme frem til produktet. Altså er det ikke viktig å forutse korrekt løsning på oppgaven, men å kunne se hva som eventuelt må endres i fremgangsmåten for å komme frem til ønsket resultat. Å forutse og resonnerer blir påpekt av flere som viktige aspekter. Programmering omfatter ifølge Nygård (2018) å forutse hva et program skal gjøre og evaluere mulige løsninger. I læreplanen hvor algoritmisk tenkning er et viktig begrep blir det satt fokus på seks nøkkelbegreper (Utdanningsdirektoratet, 2019a), hvor det handler om å forutse, og et annet handler om å evaluere og gjøre vurderinger. I datamaterialet vårt så vi kun Envisage utspille seg en gang (tabell 4.4, s. 68). Årsaken til at lærerne sjeldent brukte Envisage kan ha vært at elevene nettopp hadde startet på 3.trinn da vi samlet inn data. Med såpass unge elever kan det være utfordrende å ta i bruk denne undervisningspraksisen. Ettersom elevene både må være bevisst på det de forutså og resonnerer over årsaken til at løsningen er korrekt eller ikke. Lærerne brukte i større grad Explore, dette kan muligens ha gått utover bruken av Envisage. Å få elevene til å forutse utfallet på en oppgave kan tenkes å skape begrensninger i deres utforskningsprosess, da det kan føre til at deres fokus bare er rettet mot den ene løsningen.

Når elevene skal reflektere kan det være fint å ha en lærer som stiller spørsmål som hjelper eleven med å reflektere. Jon tok i bruk Envisage i undervisningen hvor elevene skulle finne regnestykker som er det samme som 4. En elev brukte sin kunnskap fra egenskapene han kjenner fra addisjon, den kommutative egenskapen, som ble benyttet i en tidligere oppgave hvor summen skulle bli 7 ( $4+3 = 3+4$ ). Han forutså dermed at 4 kunne skrives som både 5-1 og 1-5 (undervisning J2, linje 225-240, s.58). Dermed ser man at eleven hadde en misoppfatning. Jon prøvde å få eleven til å rekonstruere kunnskapen ved å resonnerer over om begge regnestykkene kan være løsninger på oppgaven. I følge Chapin et al. (2013) kan samtaler med elevene avsløre forståelse og misforståelse. Ved at eleven muntlig forklarer seg vil det bli tydelig for læreren hva eleven har forstått og hva det må jobbes mer med. Eleven kan også selv oppdage hva den ikke forstår, og den kan dermed endre sin resonnering (Chapin et al., 2013; Lee, 2006). Jon hjalp eleven med å reflektere over utfallet til 1-5, slik at eleven skulle forstå hvorfor det ikke ble det samme som 5-1. Resonneringen var derfor avgjørende i denne situasjonen for at eleven skulle endre sin misoppfatning. Ved at Jon fokuserte på løsningsprosessen, og ikke på om det var riktig eller feil svar, kan dette ifølge Benton et al. (2017) ha hjulpet eleven med å utvikle problemløsning- og resonneringsevne.

### 5.1.4 Exchange

Exchange handler om å utveksle kunnskap ved å dele og bygge på andres ideer (Benton et al. 2016; 2017). Samarbeidet fører til at elevene utvikler ideer, og øker dermed elevenes evne til problemløsning (Han & Bhattacharya, 2001). Eleven tar del i en annens elevs perspektiv, og kan i denne situasjonen lære nye ideer. Lee (2006) argumenterer også for at når elever diskuterer så kan denne situasjonen øke elevenes kunnskap. I

løpet av situasjonen kan læreren få elevene til å reflektere over ideene. Dette kan vi se i vårt datamateriale ved at Explain skjedde i løpet av Exchange-situasjonen (tabell 4.2, linje 256-339, s.64). Det er lærerens ansvar å skape muligheter for elevene til å dele egne ideer, og til å sette seg inn i andres (Benton et al, 2017). Jon og Sigrid skapte muligheter for Exchange ved at de strukturerte undervisningen slik at elevene kunne utveksle kunnskap. Elevene jobbet sammen to og to med ett nettbrett og måtte bli enig om hvilke løsninger de skulle prøve ut. I disse situasjonene, hvor elevene jobbet med oppgaver sammen, kan det ha oppstått mye Exchange. Disse Exchange-situasjonene ble ikke fanget opp av vår datainnsamling, ettersom vi hadde fokus på læreren. Altså er det mulig at det skjedde mye mer Exchange enn det som er synlig i vårt datamateriale.

### 5.1.5 BridgE

Programmering burde ifølge Benton et al. (2016; 2017) sees i lys av matematikk, og koblingen mellom de to burde gjøres eksplisitt for elevene. Når læreren gjør koblingen tydelig for elevene bruker han/hun undervisningspraksisen bridgE. Sigrid brukte bridgE i 1 utsagn, og Jon brukte det i 6 utsagn. Årsaken til at undervisningspraksisen sjeldent ble tatt i bruk av lærerne kom frem i intervju. Begge lærerne fortalte i intervju at de ikke forklarer koblingen mellom programmering og matematikk eksplisitt til elevene. Sigrid sa at når koblingen er tydelig oppdager elevene matematikken i Emil selv, og at den noen ganger kommer frem i samtale med elevene, men at hun ikke gjør koblingen tydelig for dem (S-e, linje 262-268, s.55). Elevene kan ifølge Sigrid oppdage koblingen ved at de jobber med koding i matematikktimen (S-e, linje 266-268, s.55). Jon hadde på mange måter samme oppfatning som Sigrid. Han forklarte at han tror elevene skjønner koblingen når de jobber med programmering i Emil, for å finne svar på regnestykker (J-e, linje 310-314, s.56). Jon forklarte også at noen elever vil kunne bygge broer, dersom de er veldig interessert i både programmering og matematikk (J-e, linje 355-356, s.56). Samtidig påpekte Jon et stort spørsmål rundt å gjøre eksplisitte koblinger mellom programmering og matematikk: «hvor viktig er det å ta det tidlig? (...) vil mange nok koble seg på det?» (J-e, linje 356-357, s.56). Ettersom elevene er såpass unge, er det mulig at flere ikke har tidligere erfaringer med programmering og matematikk. Dette kan gjøre det utfordrende for elevene å koble seg på, og det å konstruere kunnskap innenfor begge aspektene.

I Jons undervisning J1-2 (linje 69-72, s.60) skjedde en situasjon hvor matematikk og programmering ble koblet sammen, men ikke gjort eksplisitt for elevene. Denne situasjonen viser muligens hvorfor det kan være viktig å gjøre det tydelig for elevene at det er en kobling mellom matematikk og programmering. Jon sa til eleven at det går an å ha pluss og minus i samme regnestykke, men forklarte ikke til eleven at dette gjelder både for Emil og i matematikk generelt. Eleven kan i dette tilfellet ha trodd at det enten gjelder for både matematikk og for Emil, eller at det gjelder bare for Emil. Som Benton et al. (2016) forklarer kan verktøyet (Emil) overskygge matematikken. For å sikre at muligheten for å lære matematikk ikke blir overskygget, burde koblingen til matematikk gjøres eksplisitt for eleven. Jon kunne i denne situasjonen brukt programmering som en god mulighet og som et verktøy for å lære et matematisk konsept. Årsaken til at bridgE ikke ble brukt er muligens at Jon ikke hadde fokus på matematikken i denne undervisningstimen, men på å forstå appen (J-e, linje 103-106, s.52).

### 5.1.6 Oppsummering

Med forskningsspørsmålet ønsket vi å finne ut på hvilken måte de 5E'ene kom til syne i matematikkundervisning med Emil. I korte trekk vises det av resultat og drøfting at

Explore og Explain er de E´ene som blir brukt mest i undervisningstimene til Jon og Sigrid. Sigrid hadde noe mer bruk av de to enn Jon. Årsakene til dette kan være mange. Ut ifra funn i intervju kan noen av årsakene være at Sigrid har stort fokus på å stille spørsmål og at elevene skal prøve og feile. Mens Jon forklarte i intervju at han synes det kan være utfordrende å være tålmodig og vite hvor mye han skal hjelpe elevene i deres utforskningsprosess. Det er tydelig at det var gode muligheter for bruk av undervisningspraksisen Exchange, selv om vi ikke fanget opp stor bruk av denne i vårt datamateriale. Envisage og bridgE var sjeldne undervisningspraksiser i undervisningen. Envisage kan være utfordrende, spesielt med elever på lave trinn som ikke har så mye erfaring med dette. Ettersom lærerne brukte en del Explore, kan dette også være noe av årsaken til at Envisage ikke ble brukt like hyppig. Årsaken til at bridgE sjeldent ble brukt kom frem av intervjuet med lærerne, hvor ingen av dem hadde fokus på å tydeliggjøre koblingen mellom matematikk og programmering for elevene. Det er viktig for oss å påpeke at noe av grunnen til at det er lite Exchange, Envisage og bridgE kan være at lærerne ikke visste at vi skulle ta i bruk dette rammeverket. Dersom de hadde visst det, og hadde fått tatt i bruk rammeverket i planleggingen, kan det tenkes at disse hadde vært brukt mer hyppig.

## 5.2 Den matematiske samtalen

I denne delen vil vi drøfte våre funn opp mot teori om den matematiske samtalen, for å kunne svare på forskningsspørsmålet:

*På hvilken måte kommer den matematiske samtalen til syne i matematikkundervisning i programmering med Emil?*

Vi har delt denne delen av drøftingen inn i ulike emner som vi ser som viktige ut ifra analyse og teori. Emnene drøfter vi opp mot den matematiske samtalen før vi tar for oss stegene i rammeverket til Chapin et al. (2013). Avslutningsvis drøftes hindringer som kan ha ført til at den matematiske samtalen ble begrenset i undervisningen.

### 5.2.1 Kommunikasjon og hvordan snakke matematikk

Flere forskere og fagpersoner innen matematikk hevder at det å bruke språket og kommunisere med hverandre er viktig i matematikkundervisningen (Cole et al., 1978; Lee, 2006; Botten, 2016). Vi observerte at begge lærerne la vekt på å la elevene kommunisere sine ideer og kommunisere med hverandre. Det er lagt et tydelig fokus på kommunikasjon i tidligere og i den nye lærerplanen som trer i kraft fra høsten 2020, hvor muntlige ferdigheter er en av de grunnleggende ferdighetene i matematikk. Kommunikasjon er derfor et naturlig fokus for lærerne. Muntlige ferdigheter innenfor matematikk blir beskrevet slik i læreplanen: «munnlege ferdigheiter i matematikk inneber å skape mening gjennom å samtale i og om matematikk. Det vil seie å kommunisere idear og drøfte matematiske problem, strategiar og løysingar med andre(...)» (Utdanningsdirektoratet, 2019c, s.4).

I intervjuet med Jon, spurte vi hvordan han fikk elevene til å snakke matematikk. Til det svarte han at det er viktig å «ta vare på innspillene og la ungene selv vurdere sine egne svar, eller vurdere hverandres svar» (J-f, linje 74-75, s.55). Han var bevisst på at det var viktig at elevene selv fikk argumentere for og vurdere sine egne svar, og at de i tillegg må resonnerer over andres utsagn. En metode han brukte for å få elevene til å snakke matematikk var å bruke læringspartner, da elevene på denne måten ble trygge på sine svar fordi noen andre har anerkjent det først (J-e, linje 139-143, s.54). En annen metode Jon nevnte i intervjuet var å bruke konkreter for å visualisere løsninger, slik at

elevene lettere kunne få tilgang til andres tanker (J-e, linje 266-268, s.54). I intervjuet med Sigrid la også hun vekt på at elevene måtte begrunne svarene sine og reflektere over det de hadde gjort (S-e, linje 191-192, s.53). Sigrid forklarte at hun ofte tok opp elevenes svar på tavla, også svar som var feil, som kan ha ført til at elevene måtte vurdere sine løsninger opp i mot sine medelevers svar (S-e, linje 180-189, s.54). Ifølge Lee (2006) er det diskursen i klasserommet som bestemmer hvordan man kommuniserer med hverandre. Altså er reglene læreren setter for hvordan undervisning og kommunikasjon skal foregå en viktig forutsetning for en produktiv matematisk samtale. I intervjuet med Sigrid la hun mye vekt på det å skape et trygt miljø i klasserommet hvor elevene ikke skulle være redde for å dele sine ideer (S-e, linje 179-180, s.53). Chapin et al. (2013) fremhever ferdigheter som samarbeid, respekt, godhet, tålmodighet og å lytte når andre deler sin resonnering som viktige for å være en god deltaker i den felles samtalen. Blant annet er kommunikasjon og det å uttrykke seg selv, ferdigheter som programmeringsaktiviteten Emil støtter utviklingen av (Robotemil, 2018). Å kommunisere i matematikk ved bruk av den matematiske samtalen innebærer mer enn å delta i samtaler i matematikkundervisningen. Ferdighetene går på et dypere plan og handler om å kunne presentere og drøfte matematiske problem, bruke et presist fagspråk og resonnerer rundt egne og andres løsninger.

For at den matematiske samtalen skal finne sted er det avgjørende at deltakerne i samtalen lærer seg å bruke et presist matematisk språk. Ifølge Lee (2006) er et presist matematisk språk det spesifikke ordforrådet som brukes i matematikkfaget. Det gjør det mulig for elevene å forklare sine matematiske ideer på en konsis måte, slik at medelevene kan forstå hverandres matematiske ideer. I intervjuet med Jon sa han at kommunikasjonen i den matematiske samtalen noen ganger kunne by på utfordringer, da elevene manglet et presist matematisk språk. Han sa at når elevene skal vurdere sine egne svar, blir ofte responsen «svaret blir bare sånn. Jeg tenker ikke på noen spesiell måte, jeg bare vet det» (J-e, linje 271-273, s.55). Elevene svarer muligens dette i mangel på et språk for å kunne forklare og begrunne sine og andres løsninger. Et argument for den matematiske samtalen i klasserommet er at den bidrar til språkutvikling over tid (Chapin et al., 2013). Dette er ikke noe som kommer av seg selv, og det vil være vesentlig at læreren bruker samtaler i klasserommet hyppig, slik at elevene kan øve seg på det matematiske språket. Det er viktig at elevene lærer å bruke det samme ordet for de ulike matematiske begrepene, slik at det blir mulig for både læreren og medelever å forstå hverandre, diskutere og respondere på hverandres ideer. Som Cole et al. (1978) påpeker er ikke språket kun en viktig komponent i kommunikasjon med seg selv, men også for å forstå, samarbeide og søke hjelp hos andre. Dersom elever ikke lærer hvordan de kan sette ord på sine ideer og gjøre seg forstått vil den matematiske samtalen kunne bli veldig begrenset.

### 5.2.2 Læringsmål

Ifølge Chapin et al. (2013) er det viktig å planlegge undervisningen nøye når man skal bruke matematisk samtale. På bakgrunn av intervju med Sigrid og Jon kom det frem at de ikke hadde planlagt timen detaljert, og heller ikke med fokus på den matematiske samtalen. For at den matematiske samtalen skal være så effektiv og læringsrik som mulig, er det viktig å klargjøre et matematisk mål med utgangspunkt i det matematiske innholdet for den aktuelle undervisningen (Chapin et al. 2013), og derfor spurte vi begge lærerne i intervjuene før undervisningen om de hadde ett eller flere matematiske mål. Sigrid svarte at hun selv syntes at hun burde hatt et konkret læringsmål, men at hun ikke hadde noe spesifikt hun kunne skrive på tavla (S-f, linje 39-40, s.50). Hun hadde

derimot flere langsiktig mål for seg selv, som gikk ut på at elevene skal lære å prøve og feile, være kognitivt aktive, samarbeide, diskutere, undersøke sammen og reflektere (S-f, linje 42-46, s.50). Hun hadde fokus på litt større og langsiktige mål som hun mente skulle gi elevene kompetansen de trengte å ha med seg videre i livet (S-e, linje 120-121, s.50). Jon hadde heller ikke noe konkret læringsmål for elevene, men han hadde egne mål som dreide seg om samarbeid og få alle elevene til å delta (J-f, linje 117-124, s.51). Altså hadde ingen av lærerne et konkret læringsmål de kunne vise til elevene i den aktuelle undervisningen.

Begge lærerne valgte hvilke elevløsninger som skulle deles med klassen helt tilfeldig. Chapin et al. (2013) påpeker at det kan være en god ide å gjøre seg kjent med hvilke løsninger elevene har kommet frem til før den felles samtalen, slik at man vet hvem man skal plukke ut, og man kan være sikker på at ideen som blir delt er et godt grunnlag for en produktiv samtale. I Jon og Sigrids undervisning ble flere løsninger lagt frem og resultatet ble mange gode diskusjoner rundt ulike matematiske ideer. Hadde det vært et læringsmål for timen ville kanskje lærerne plukket ut løsninger og ideer som var knyttet til dette spesifikke målet, og det ville blitt tydeligere for elevene hva de har lært. Ifølge Chapin et al. (2013) er det viktig å gjøre elevene klar over hva det er de skal lære. I utforskende undervisning, som Emil er, kan det være smart å ikke vise elevene hva fokuset er, ettersom dette kan føre til at undervisningen blir mindre utforskende. Når undervisningen fant sted var ikke programmering en del av læreplanen og det fantes ingen kompetansemål som omhandlet dette. Manglende kompetansemål og et ønske om å gjøre undervisningen utforskende, kan være mulige årsaker til at lærerne valgte å ikke ha mål for Emil-undervisningen.

### 5.2.3 Stegene i den matematiske samtalen

Videre vil vi ta for oss de fire stegene i den matematiske samtalen, og se hvordan disse kom til syne i undervisningen til Sigrid og Jon. Disse stegene skiller seg fra de 5E'ene ved at de har en litt tydeligere rekkefølge. Som nevnt tidligere er det kun helklassediskusjoner vi karakteriserer som den matematiske samtalen i vår studie, da det er slik vi har tolket rammeverket. Programmeringsaktiviteten Emil foreslår at dette kan finne sted ved at det står i lærerveiledningen at læreren skal styre en diskusjon når eleven har løst en eller flere oppgaver. Denne diskusjonen er i følge lærerveiledningen til Emil ("Teacher material – Emil", 2019) svært viktig for læringsprosessen for hver enkelt elev, og derfor forventet vi å se helklassediskusjon i arbeid med Emil.

#### **Steg 1**

Steg 1 handler om å hjelpe elevene med å klargjøre og dele egne tanker (Chapin et al., 2013). Dette steget er det som ble brukt mest av begge lærerne i samtalen, noe som er naturlig når alle samtaler burde starte med Steg 1. I intervjuet med Jon sa han at han stiller spørsmål for å få elevene til å snakke matematikk. En type spørsmål han fortalte at han bruker er bekreftende spørsmål (*revoicing*), for å bekrefte at han har forstått hva elevene mener med sine utsagn, og på denne måten klargjøre elevens tanker (J-e, linje 260-265, s.54). Både Sigrid og Jon fikk flere elever til å dele sine tanker med klassen, og sa i intervju at de valgte tilfeldig hvilke elever som skulle få dele sine ideer. Dette førte til at det dukket opp mange og ulike løsningsforslag, som utgjorde mye Steg 1. Ettersom lærerne ikke hadde et matematisk mål for timen kan det ha vært utfordrende å velge hvem som skulle dele sin løsning, da de ikke var ute etter spesifikke løsninger.

Der man kan se at Steg 1 var gjentakende (tabell 4.2, s.64; 4.3, s.65; 4.5, s.69 og 4.6, s.69) har det foregått en spørsmål/svar-kommunikasjon mellom lærer og elever, hvor

svarene ikke ble utdypet. Dette fordi læreren i disse tilfellene stilte spørsmål til hele klassen og holdt seg til det samme spørsmålet til mange ulike elever, eksempelvis i Sigrids undervisning S1 (tabell 4.2, linje 260-338 og linje 351-410, s.64). Som Bottens (2016) definisjon av matematisk samtale sier, handler den om: «(...) ekte samtaler med flere deltakere, ikke en spørsmål/svar-kommunikasjon der læreren stiller spørsmål og elevene svarer det de tror læreren forventer eller håper at de skal svare» (s.93). Det vil derfor være viktig at samtalen ikke bare foregår på Steg 1, men også inkluderer de andre stegene. Fokuset i Jons første undervisningstime var å få frem mange ulike løsninger, som førte til hyppig bruk av Steg 1. Jon hadde strukturert undervisningen sin på en annen måte enn Sigrid. I den første timen vi observerte (J1-1 og J1-2) delte han klassen i to. Ettersom han hadde begrenset med tid kan dette ha vært årsaken til at han ikke tok i bruk de andre stegene. Det kan ikke bli en matematisk samtale kun ved bruk av Steg 1. Selv om det også ble brukt en del Steg 1 i S2 og J2 kan man se at det ofte ble fulgt opp av Steg 3 eller 4, som viser at elevenes ideer ble videre utdypet.

### **Steg 2**

Steg 2 handler om å hjelpe elevene med å orientere seg rundt andres tanker (Chapin et al. 2013). Dette er det steget vi så minst av i begge lærernes undervisning. Det var kun et tilfelle av dette steget hos hver av lærerne, slik teknikkene (*talk moves*) er beskrevet i rammeverket. Med tanke på at vi kun observerte to undervisningstimer hos hver av lærerne kan vi ikke si at dette er noe de ikke benytter i sin undervisning, men at dette var tilfelle i undervisningen som vi observerte. Det var heller ikke forventet at de skulle bruke alle stegene slik de er beskrevet i rammeverket, da de ikke visste at vi ville analysere undervisningen ut ifra dette på forhånd. Å orientere seg rundt andres tanker kommenterte Jon i intervjuet, hvor han påpekte at visualisering lettere kan få flere elever til å få tilgang til en annen elevs tanker (J-e, linje 266-268, s.54).

En teknikk de begge brukte opptil flere ganger var å spørre elevene om de var enig eller uenig i andre elevers utsagn. Denne teknikken tilhører i utgangspunktet Steg 4, basert på hvordan *talk moves* er beskrevet i rammeverket. Vi har derfor plassert disse utsagnene under Steg 4 i resultatet. Som vi kan se av tabell 4.1 (s.63) og 4.4 (s. 68) ble enig/uenig-spørsmålene sjeldent utdypet, og samtalen gikk videre til å handle om noe annet etter elevene hadde gitt sitt enig/uenig-svar. Enig/uenig innenfor Steg 4 handler om mer enn å bare lytte og forstå andres resonnering, og må innebære en respons på et dypere nivå. Selv om enig/uenig ikke er beskrevet som en teknikk (*talk move*) innenfor Steg 2, kan det likevel se ut som både Sigrid og Jon brukte dette som en metode for å få elevene til å resonnerer over medelevers ideer. Når de må ta stilling til om de er enige eller ikke i en annens utsagn, må de også sette seg inn i og forstå dette utsagnet, men uten å måtte forklare hvorfor eller respondere på et dypere nivå.

### **Steg 3**

Steg 3 dreier seg om å hjelpe elevene med å fordype seg i egen tenkning (Chapin et al. 2013). Altså handler det om å spørre elevene hvorfor de tenker som de gjør. De gangene vi observerte dette steget hos hver av lærerne ble det brukt på ulike måter. I Jons undervisning ble dette steget karakterisert av spørsmål om elevene kunne forklare nærmere, som ga elevene mulighet til å forklare akkurat som de ville. Sigrid ba aldri elever direkte forklare mer, men stilte mer konkrete spørsmål med *hvorfor* og *hvordan*, eksempelvis «hvorfor kan du ikke gjøre det?», «hvorfor mener du at det er slik?» eller «hvordan kan man få tak i den?». Jon brukte kun matematisk samtale med flere steg i

sin andre undervisningstime, og dette kan være noe av årsaken til at dette steget er blitt observert mer hos Sigrd

Sigrd kommenterte i sitt intervju hvor viktig hun mente det var at elevene lærer seg å begrunne sine egne svar ved å tenke og reflektere over hva de har gjort, og at de blir vant til dette fra de er små (S-e, linje 191-192, s.53). Hun var bevisst på at dette er viktig for at elevene skal kunne uttrykke seg slik at de kan lære av hverandre. Et argument for den matematiske samtalen er nettopp at den støtter dypere resonnering (Chapin et al. 2013), og dette er noe elevene trenger å øve på, da det kan være utfordrende å vite hvordan man skal sette sammen et overbevisende argument. Som Schoenfeld (1985) påpeker, er det ikke hva man produserer som er viktig, men hva man gjør for å komme frem til produktet. Det er altså hvordan eleven har kommet frem til svaret som er interessant. Dersom eleven selv ikke klarer å sette ord på hva den har gjort, kanskje en annen elev kan bidra med sine tanker, som tar oss til neste steg.

#### **Steg 4**

Det fjerde og siste steget handler om å hjelpe elevene med å engasjere seg i andres resonnering (Chapin et al. 2013). I tabellene 4.2 (s.64), 4.3 (s.65), 4.5 (s.69) og 4.6 (s.69), ser det ut til at begge lærerne brukte dette steget ganske hyppig, da Sigrd brukte det i 25 utsagn og Jon i 21 utsagn. Vi oppdaget at det var flere av enig/uenig-spørsmålene fra lærerne som ikke ble utdypet, og valgte derfor å se nærmere på disse. Lærerne brukte ofte enig/uenig-spørsmål for å få elevene til å orientere seg rundt andres tenking, og det kan derfor tenkes at disse spørsmålene passer bedre under Steg 2. Ser vi bort ifra de enig/uenig-spørsmålene som ikke ble utdypet, ser tallene litt annerledes ut, og Sigrd har da benyttet Steg 4 i 14 utsagn og Jon i 9 utsagn. Lee (2006) argumenterer for at diskusjoner mellom medelever er en ressurs som kan øke elevenes kunnskap. Selv om ikke alle enig/uenig-spørsmålene ble utdypet benytter lærerne Steg 4 flere ganger, og var bevisst på viktigheten av at elevene skulle lære seg å sette seg inn i andres resonnering.

Chapin et al. (2013) påpeker at mulighetene for å inkludere dette steget i samtalen avhenger av at elevene er delaktig i hele samtalen, lytter til hverandre og ikke bare fokuserer på sitt eget utsagn. Dersom elevene ikke bryr seg om andres resonnering, vil dette føre til mange individuelle og usammenhengende utsagn, som ikke vil føre til en produktiv samtale. Det er derfor viktig at elevene også vet at de må lytte og prøve å forstå de andre elevenes resonnering, slik at de kan bygge videre på disse og skape en god diskusjon. Jon hadde fokus på å få frem mange ulike løsninger i sin første undervisningstime, men hadde ikke fokus på å utdype dem. Dette kan ha ført til at elevene ikke lyttet like godt til hverandres løsninger da de muligens satt og ventet på å få dele sin egen løsning. Lee (2006) påpeker at det vil bli vanskelig for elevene å respondere på hverandres utsagn dersom all kommunikasjon skal gå via læreren. Når Jon i sin første undervisningstime kun hadde fokus på at elevene skulle dele sine løsninger ble det en spørsmål/svar-kommunikasjon mellom lærer og elev, og ikke en matematisk samtale. I den andre timen fikk elevene muligheten til å utdype både egne og andres løsninger, men selv i intervjuet etter denne undervisningstimen mente Jon at han hadde hatt litt mye fokus på å få frem mange svar, og ikke så mye fokus på la elevene argumentere (J-e, linje 110-116, s.52). Dette viser at selv om han ikke brukte Steg 3 og 4 så mye i de undervisningstidene vi observerte, så er han bevisst på at det er viktig å ha fokus på disse stegene.

#### 5.2.4 Hindringer for den matematiske samtalen

Selv om det finnes mange gode argumenter for hvorfor man bør bruke den matematiske samtalen i matematikkundervisningen, finnes det likevel hindringer. En av disse hindringene er utformingen av klasserommet. Lee (2006) anser organisering av klasserommet som det første og viktigste man må ta i betraktning, dersom elevene skal bruke samtale for å lære. Hvordan klasserommet er utformet kan gjøre det vanskelig for alle å se og høre hverandre. I begge klasserommene satt elevene med læringspartner, slik at de hadde mulighet til å dele og diskutere sine løsninger med minst én person. I klasserommet til Sigrid var det 12 elever i et areal hvor det virket som om alle elevene kunne se og høre hverandre, slik at dette ikke ble en hindring i hennes klasse. I Jons klasserom var det 24 elever da hele klassen var samlet. De hadde et relativt stort klasserom, og det kan derfor ha vært vanskelig for alle elevene å se og høre hverandre. Hvis ikke alle elevene kan høre hverandre blir læreren nødt til å gjenta elevenes utsagn og læreren blir en leder av diskursen, hvor det kan bli problematisk for elevene å respondere på hverandres utsagn (Lee, 2006). Det kan ha vært en årsak til at Steg 2 og 4 ikke ble hyppig brukt i undervisningen. Da han delte klassen i to var det enklere for elevene å se og høre hverandre, men da strakk ikke tiden til.

Tidsbruk er en annen hindring som mange legger vekt på når de velger bort den matematiske samtalen (Chapin et al. 2013). Når Jon valgte å dele klassen sin i to mindre grupper ble han kvitt en hindring, men møtte en annen. Med kun 20 minutter til rådighet med hver gruppe kommer man ikke like dypt i diskusjonen rundt oppgavene som først skal utforskes. Jon løste dette fint ved å diskutere løsningsstrategiene i neste undervisningstime. Som lærer er det mye man skal igjennom, og det er ikke alltid man har tid til å gå i dybden. Dette kan være grunnen til at både Jon og Sigrid brukte mye Steg 1.

#### 5.2.5 Oppsummering

Chapin et al. (2013) påpeker viktigheten av å bruke samtaler i klasserommet, og at det er viktig å øve på dette for å få best utbytte av samtalen. De legger også vekt på at elevene i den felles klassesamtalen vil ha andre å resonnere med. Selv om hverken Sigrid eller Jon visste at vi skulle undersøke programmeringsundervisning i sammenheng med matematisk samtale, oppdaget vi at begge benyttet seg av samtalen som et verktøy i sin undervisning. En av årsakene til dette kan være at de deltok på workshop med Ivan Kalaš om Emil, hvor det kom tydelig frem at samtale er viktig i arbeid med Emil. Kalaš påpekte at det er viktig å la elevene diskutere og dele ideer, og derfor kan matematisk samtale bli et naturlig verktøy i arbeid med Emil. Selv om det var mange likheter i hvordan de brukte den matematiske samtalen, var det også noen ulikheter som vi har trukket frem. Likhetene var at begge brukte mye Steg 1, at Steg 2 var veldig fraværende og at de brukte Steg 3 og 4 i liten grad. Ulikhetene handlet for det meste om at de brukte ulike typer spørsmål innenfor noen av stegene. Selv om resultatene våre viste at noen av stegene var litt fraværende, hadde vi heller ikke forventet at de skulle ha en hyppig bruk av alle da lærerne ikke var klar over at vi analyserte etter dette rammeverket.

### 5.3 Sammenhenger mellom rammeverkene

I denne delen skal vi ta for oss problemstillingen i studien: *å undersøke om det finnes noen sammenhenger mellom undervisningspraksisene i programmering og den matematiske samtalen i matematikkundervisning i programmering på barnetrinnet.*



Lærerne visste at vi skulle undersøke deres undervisning med Emil, men ikke at vi skulle se på undervisningspraksiser i programmering (5E'er) eller den matematiske samtalen. På grunn av dette vil sammenhengene vi har sett i denne studien være reelle. Ut ifra våre observasjoner har vi grunn til å tro at lærerne bruker den matematiske samtalen i det meste av undervisning med Emil. Her vil vi drøfte hva som kan være årsaken til dette, og hvordan de to rammeverkene passer sammen. Det viste seg at rammeverkene hadde mange sammenhenger, og vi har trukket frem de sammenhengene som vi synes er mest fremtredende.

### 5.3.1 Sammenheng mellom læringsteoriene

Rammeverkene vi benytter i denne studien baseres på to ulike læringssyn; konstruktivistisk- og sosiokulturelt læringssyn. De 5E'ene stammer fra det konstruktivistiske læringssynet, som fokuserer på at elevene utforsker og med det konstruerer egen kunnskap. Kafai og Resnick (1996) forklarer at barn konstruerer ideer, og mener kunnskap derfor ikke kan bli overført fra læreren til eleven. De påpeker at elevene skal være aktive, at de skal reflektere og dele med andre. Matematisk samtale baserer seg på det sosiokulturelle læringssynet, som legger vekt på at elevene lærer i samspill med andre. Sosial konstruktivismen støtter seg til den sosiokulturelle læringsteorien når det gjelder hvordan barn lærer. Ifølge Cole et al. (1978) er talen viktig for vår læring, de legger stor vekt på at det skjer læring når det foregår kommunikasjon mellom mennesker i sosiale settinger. Selv om de to læringssynene er svært forskjellige kan man se tydelige sammenhenger mellom det sosial konstruktivistiske og det sosiokulturelle læringssynet. Eksempelvis ved at begge læringssynene har fokus på at man lærer ved å dele med hverandre. Når elevene deler med hverandre, utveksler de kunnskap i samspill med hverandre. Sosial konstruktivismen støtter seg til den sosiokulturelle læringsteorien når det gjelder hvordan barn lærer. I situasjoner hvor de to rammeverkene overlapper kan sammenhengene mellom læringssynene være noe av årsaken. De to læringssynene setter begge fokus på elevaktivitet, å resonnere og dele kunnskap. I det videre vil vi trekke frem tydelige sammenhenger mellom de to rammeverkene.

### 5.3.2 Sammenheng mellom Explore og den matematiske samtalen

Explore handler om at elevene lærer gjennom å utforske (Benton et al. 2016). Programmering har et stort fokus på utforskning, som også er et tydelig fokus i Emil. Ved arbeid med Emil skal elevene utforske og lære seg å samarbeide, noe som ikke bare er viktig i arbeid med Emil, men i livet generelt. Det at lærerne underviser med Emil legger derfor opp til gode muligheter for utforskning. Begge lærerne så ut til å benytte seg av denne muligheten, da våre resultat viser at alle fire undervisningstimene inneholdt Explore.

Kazemi og Hintz (2014) mener det er viktig at elevene er vant til å utforske, bidra i samtaler og forklare sine løsninger for at læreren skal kunne lede produktive matematikksamtaler. Det er derfor svært viktig at læreren skaper et miljø hvor elevene får mulighet til å utforske sammen, prøve og feile. Dette var noe Sigrid la vekt på i intervjuet (S-e, linje 37-38, s.52). Hun var tydelig på at hennes elever er vant til at hun stiller mye spørsmål og at hun ikke gir noen svar (S-f, linje 31-33, s.53). Noe som kom tydelig frem da vi observerte undervisningen hennes. Samtalen mellom lærer og elev er altså en viktig del av Explore, for at elevene skal kunne utforske videre. Jon bruker også spørsmål for å få elevene til å utforske, men uttrykte i intervjuet at han synes det kan

være utfordrende å alltid være tålmodig og la elevene utforske på egenhånd (J-f, linje 192-194, s.53).

Det er viktig at det er elevene selv som står for utforskningen, og at lærerne kun opptre som en støtte. I arbeid med Emil skal ikke læreren forklare hva elevene skal gjøre, kun organisere undervisningstimene, stille relevante spørsmål og støtte elevenes arbeid. Når de har løst en oppgave eller fler skal læreren lede en gruppediskusjon. Denne diskusjonen sies å være veldig viktig for læringsprosessen for hver enkelt elev ("Teacher material – Emil", 2019). Her er sammenhengen med matematisk samtale veldig tydelig. I matematisk samtale legges det til rette for felles diskusjon hvor denne diskusjonen øker elevenes kunnskap (Lee, 2006), og Emil legger opp til at man skal ha en felles diskusjon etter arbeid med en utforskende oppgave. Chapin et al. (2013) forklarer at når det er læreren som kommer med en påstand er det sjeldent at alle elevene husker den. Dersom det er elevene selv som kommer med påstander, og påstandene blir diskutert, blir de mer sosialt viktige. Når elevene utforsker kommer de som regel med egne påstander. Både Sigrid og Jon brukte helklassediskusjon for å diskutere elevenes påstander etter arbeid med en oppgave. Dette kan ha ført til at elevene husket bedre og dermed lærte mer. Det kan være utfordrende for elever å engasjere seg i medelevers påstander uten å få betenkningstid. I resultatene fra Jons undervisning ser vi at det er flere tilfeller av at Steg 4 gikk sammen med Explore. I stedet for å forvente at elevene skal kunne resonnerer rundt andres løsninger uten betenkningstid, lot han de undersøke om løsningene stemte, f.eks «kan dere sjekke om det blir 7?». På denne måten fikk elevene satt seg inn i, resonnert og respondert på andres påstander og dermed ble de mer sosialt viktige.

### 5.3.3 Sammenheng mellom Explain og den matematiske samtalen

Explain handler om at elevene skal klargjøre sine ideer, og dette ved at læreren stiller reflektive spørsmål (Benton et al., 2016; 2017). I beskrivelsen av undervisningspraksisen kan vi se en likhet med Steg 1 og 3 i matematisk samtale-rammeverket. Steg 1 beskrives også ved at elever skal klargjøre og dele egne ideer, og Steg 3 ved å fordype seg i sin egen tenkning som med andre ord betyr å gjøre tankene enda klarere. I analysen av Sigrids undervisning (tabell 4.2, s.64 og 4.3, s.65) kan vi se at Sigrid brukte både Steg 1 og 3 samtidig med Explain. Dette fordi hun stilte reflektive spørsmål, både til hele klassen som fikk elevene til dele og klargjøre sine tanker (Steg 1); «Hvordan gjør vi det?» eller «Hvordan kan vi finne ut det?», og direkte til elever som hadde delt sin resonnering (Steg 3); «Hvorfor kan du ikke gjøre det?», «Hvorfor mener du at det er slik?» eller «Hvordan kan man få tak i den?». Disse spørsmålene krever refleksjon i motsetning til umiddelbare forklaringer på hva man har tenkt. I Jons undervisning så vi kun ett tilfelle av Explain sammen med steg fra den matematiske samtalen, fordi han brukte mye navn eller «er det andre løsninger?», som krever lite refleksjon fra elevene for å få dem til å dele sine tanker. Flere av Sigrids Steg 4 gikk sammen med Explain fordi hun også gjorde disse spørsmålene til reflektive spørsmål, f.eks «hvorfor er det riktig?» (refererer til et svar som en annen elev har gitt) eller «hva er forskjellen mellom din og hans løsning?».

Benton et al. (2016) påpeker at det å kunne forklare sin strategi og hvorfor man har valgt den spesifikke strategien er et viktig aspekt ved det å forstå en ide. Sigrid sa i intervjuet at hun synes det er viktig at elevene lærer å vise og forklare sine løsninger og begrunne sine svar (S-e, linje 105-107 og 191, s.53). For at elevene skal gjøre dette naturlig i undervisningen er det viktig at læreren stiller reflektive spørsmål som hjelper elevene med å klargjøre sine tanker (Benton et al., 2016; 2017). Både innenfor Explain

og Steg 1 er det viktig at man ikke stopper opp når eleven har delt sin løsning, men fører prosessen videre for å skape læring hos elevene. Dette er fokus i begge rammeverkene.

#### 5.3.4 Sammenheng mellom Exchange og den matematiske samtalen

Exchange, som oversettes til utveksling, omhandler å samarbeide og dele (Benton et al. 2017). Elevene skal dele sin resonnering og bygge på andres. Dette kan foregå i læringspar, mindre grupper så vel som i helklassediskusjon. Han og Bhattacharya (2001) forklarer at samarbeid øker elevens evne til problemløsning, ettersom eleven utvikler ideer gjennom interaksjon med andre. Exchange har en tydelig sammenheng med matematisk samtale ved at den omhandler å samtale med andre. Elevene må dele sin resonnering som kan knyttes til Steg 1 i rammeverket for matematisk samtale, som omhandler å hjelpe elevene med å klargjøre og dele deres egne tanker. Etter Steg 1 er det ofte naturlig å benytte Steg 3 for å få eleven til å utdype sine tanker. I tillegg til å dele sin resonnering forklarer Benton et al. (2016) at Exchange handler om at elevene under samarbeidet må prøve å se et problem fra en annens perspektiv og bygge videre på dette. Her kan vi se tydelige sammenhenger til Steg 2 som handler om å orientere seg rundt andres resonnering, og Steg 4 hvor man skal engasjere seg i andres resonnering og respondere. Alle stegene i den matematiske samtalen kan altså brukes i en Exchange-situasjon. I vårt datamateriale (tabell 4.2, s.64 og 4.3, s.65) kan vi se at det underveis i Exchange-situasjonene foregikk mye matematisk samtale, hvor tre av de fire stegene (1, 3 og 4) ble brukt. I intervjuet med Sigrid nevnte hun viktigheten av at elevene lærer av hverandre. Hun sa «(...) de lærer så utrolig masse av hverandre, når jeg bruker elevene. De får øvelse i å forklare og de får vise for de andre, altså modellering» (S-e, linje 105-107, s.53). Ved å samtale i klasserommet vil man kunne ha andre å resonnerere og dele tanker med (Chapin et al., 2013). Elevene kan altså få innspill på sin resonnering eller lytte til andres, og dermed lære ny kunnskap.

I arbeid med programmering er det viktig å være nysgjerrig, utforske og være åpen for alternative løsninger. Sentrale arbeidsmetoder for å finne gode løsninger i arbeid med algoritmisk tenkning i programmering er samarbeid og deling, hvor man er flere om problemet og derfor også har større muligheter for ulike løsningsmetoder (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Samarbeid og deling har også en sentral rolle i Exchange. Dersom man samarbeider og deler sine løsninger med hverandre vil man få tilgang til ulike løsningsmetoder og mulighet til å bygge videre på disse. Den matematiske samtalen er med på å gjøre dette mulig. Benton et al. (2017) påpeker at lærerne må skape muligheter for at elevene kan dele egne ideer, men også bygge på andres. Begge lærerne brukte læringspartnere hyppig for å dele ideer med hverandre og diskutere. Jon sa i intervjuet at han bruker hovedsakelig læringspartner som strategi for å få elevene til å snakke sammen om matematikk (J-e, linje 259-260, s.54). Selv om ikke alle elevene fikk mulighet til eller turte å dele sine ideer med hele klassen, kunne de ved hjelp av læringspartner alltid få mulighet til å dele egne tanker og respondere på partnerens ideer. Jon fortalte at det at elevene får fortalt sitt resonnement til en læringspartner gir en trygghet hos eleven. Dette skjer gjennom at noen andre har gitt ideen verdi eller anerkjent den først, dermed blir sjansen større for at eleven tør å dele det med hele klassen (J-e, linje 139-143, s.54). Å bruke læringspartner kan dermed føre til at flere elever er muntlig aktive og deltakende i den felles samtalen.

Det skjedde en del sammenligning i Exchange-situasjonene, hvor elevene sammenlignet ulike fremgangsmåter og ulike svar. Å flytte fokuset over til oppgavens helhet og strategiene som brukes for å komme frem til et resultat (Torkildsen, 2017) er viktig i begge rammeverkene. Ved å sammenligne løsninger fokuserer man på prosessen i stedet

for resultatet. Når læreren får elevene til å sammenligne løsninger åpner det seg muligheter for å engasjere seg i andres resonnering og for å se at det kan finnes ulike fremgangsmåter til samme resultat. Ved å se på analysen av Jons undervisning (tabell 4.5, s.69 og 4.6, s.69) kan vi se at vi ikke observerte noen Exchange-situasjoner i hans to undervisningstimer, men en situasjon i hver av Sigrids timer. Tabellene for Sigrid og Jons undervisning (tabell 4.3, s.65 og 4.6, s.69) kan se noe lik ut, men det var kun Sigrids undervisning som inneholdt en Exchange-situasjon. Årsaken til dette er at det ikke nødvendigvis er en Exchange-situasjon selv om elevene engasjerer seg i andres resonnering (Steg 4). Da det kun kommenteres på andre elevers løsninger uten at de bygges videre på, har vi valgt å ikke tolke den som en Exchange-situasjon.

### 5.3.5 Samarbeid

Flere av undervisningspraksisene i programmering (5E'er) handler om å samarbeide, spesielt Exchange og Explore. Samarbeid blir også fremhevet som et viktig aspekt i arbeid med Emil. I lærerveiledningen til Emil står det at samarbeid kommer naturlig i undervisning med Emil, da aktiviteten oppfordrer til samarbeid og utforskning ("Teacher material – Emil", 2019). Også i Nygårds (2018) beskrivelse av programmering nevnes samarbeid med andre. Gjennom samarbeid vil elevene også kunne lære seg å uttrykke sine tanker og diskutere med andre. Emil legger opp til at elevene skal gi hverandre tilbakemeldinger ("Teacher material – Emil", 2019), og denne diskusjonen og tilbakemeldingene kan foregå i læringspar eller i helklassediskusjoner. Bradshaw og Hazell (2016) påpeker at man i samarbeidet får innblikk i andres ideer, kan være kreative sammen og får øve seg på å formidle egne ideer til andre. Dette er viktige egenskaper i den matematiske samtalen. Dersom elevene ikke blir vant til å samarbeide og synes det er utfordrende kan dette være en hindring for arbeid med programmering og den matematiske samtalen. Chapin et al. (2013) mener at samarbeid er viktig for å være en god deltaker i den felles samtalen. Jon sa at hans elever ikke var så vant til å samarbeide (J-f, linje 101-102, s.51). Ved bruk av Emil vil elevene få øve mye på samarbeid, og de vil også få utviklet sine egenskaper innen den matematiske samtalen. Samarbeid er derfor en tydelig fellesnevner mellom de to rammeverkene.

## 6 Konklusjon

I denne studien har vi analysert og drøftet innsamlet data ved bruk av teori for å se om det er noen sammenheng mellom undervisning i programmering og matematisk samtale. Vår hypotese var at vi kom til å se denne sammenhengen, og at lærerne kom til å bruke matematisk samtale i undervisning med Emil. I den forbindelse ønsket vi å svare på forskningsspørsmålene:

1. *På hvilken måte kommer undervisningspraksiser i programmering til syne i matematikkundervisning med Emil?*
2. *På hvilken måte kommer den matematiske samtalen til syne i matematikkundervisning i programmering med Emil?*

Vi har forsøkt å svare på disse forskningsspørsmålene, samt undersøkt om det finnes noen sammenhenger mellom undervisningspraksisene i programmering og den matematiske samtalen i matematikkundervisning i programmering på barnetrinnet. For å svare på forskningsspørsmålene tok vi for oss sentrale rammeverk innen programmering og matematisk samtale, for å analysere på hvilken måte de kom til syne. Lærerne var ikke informert om rammeverkene vi tok utgangspunkt i ved analyse og drøfting av innsamlet data. Dette for at forskningen skulle bli så reell som mulig.

For å se hvordan undervisningspraksiser i programmering kom til syne tok vi i bruk rammeverket til Benton et al. (2016; 2017). Programmering vil komme inn som et nytt emne i læreplanen i matematikk, og vi var derfor spent på hvordan lærerne underviste i forhold til rammeverket vi hadde valgt. Det viste seg at alle undervisningspraksisene kom til syne i lærernes undervisning. Ikke alle var like mye til stede, men dette var heller ikke forventet da lærerne ikke visste at vi observerte med bakgrunn i dette. Begge lærerne var opptatt av å la elevene utforske og prøve på egenhånd med deres støtte i form av spørsmål. Explain og Explore var derfor de undervisningspraksisene som var mest tydelige i begge undervisning. Sigrid hadde flere utsagn enn Jon hvor disse var tilstede. Det kan forklares ved at Jon kun hadde en undervisningstime hvor han hadde fokus på den matematiske samtalen, og at han noen ganger syntes det var utfordrende å være tålmodig og la elevene prøve på egenhånd. Jon hadde flere tilfeller av BridgE i sin undervisning enn Sigrid, men ellers brukte begge lærerne de andre undervisningspraksisene i liten grad. Envisage kan ha blitt overskygget av utforskningen i undervisningen. Exchange-situasjonene vi oppdaget var kun de som foregikk i helklassediskusjoner, og vi gikk derfor glipp av de som muligens foregikk i læringspar.

For å se hvordan den matematiske samtalen kom til syne tok vi i bruk rammeverket til Chapin et al. (2013). Som hypotesen vår sier, forventet vi å finne noe bruk av matematisk samtale i vårt datamateriale da både læreplanen og programmeringsaktiviteten lærerne brukte (Emil) fokuserer på dette. Lærerne hadde også vært på workshop med en av utviklerne av Emil, som også hadde hatt fokus på diskusjoner og samtaler i arbeid med Emil. I intervju med lærerne nevnte de metoder for å få elevene til å snakke matematikk. Våre funn viser at begge lærerne la vekt på å la elevene dele og begrunne sine ideer, og engasjere seg i andres. Den matematiske samtalen var til tider preget av mye Steg 1 hos både Sigrid og Jon, og dette førte til at

lærerne ikke alltid gikk i dybden av elevers utsagn. I situasjoner hvor lærerne benyttet flere steg observerte vi at elevene måtte forklare sine ideer, i tillegg til å orientere og engasjere seg i andres.

Begge rammeverkene kom altså til syne i de fire undervisningstimene vi observerte, og vi kunne også se noen sammenhenger mellom dem. Vi fant sammenhenger mellom den matematiske samtalen og Explore, Explain og Exchange. Disse tre undervisningspraksisene går ut på at man skal samtale, forklare, reflektere, utforske og samarbeide, som gjør sammenhengen mellom undervisningspraksisene og den matematiske samtalen naturlig. Det er også flere tilfeller, spesielt i Sigrids undervisning, hvor de to rammeverkene overlapper i utsagn fra læreren. Emil legger opp til at elevene skal jobbe sammen i par, og på denne måten blir både de nevnte undervisningspraksisene og den matematiske samtalen en naturlig del av samarbeidet. Samarbeid er derfor en fellesnevner i begge rammeverkene. Ut i fra våre funn kan vi dermed si at programmering og den matematiske samtalen går hånd i hånd.

## 6.1 Bidrag til forskningsfeltet og videre forskning

Vi så at det var et problem at det finnes lite forskning innen undervisning i programmering i Norge, og dermed også lite litteratur som lærere kan støtte seg på i programmeringsundervisning. Vår forskning kan bidra til at lærere, og andre innenfor det matematikdidaktiske forskningsfeltet, kan se en alternativ måte å undervise i programmering. Studien kan føre til våkenhet for hvilke måter programmering kan opptre i matematikk, og utvidet begrepsforståelse om programmering og matematisk samtale i forbindelse med matematikkfaget.

Vi har undersøkt ved bruk av den matematiske samtalen hvordan to lærere underviser med Emil, men har ikke satt noe fokus på elevene. I videre forskning kunne det vært interessant å se på hvordan den matematiske samtalen påvirker læring i programmering, og generelt hvordan undervisning i programmering påvirker elevenes læring i matematikk. Det kunne også vært relevant å utvide forskningen til å omhandle flere klassetrinn, og sett om det er noe forskjell på lærere som har deltatt på workshop om Emil og de som ikke har deltatt. Lærerne i denne studien hadde ikke et klart matematisk læringsmål for elevene, og det kunne derfor vært interessant å se om resultatet hadde vært annerledes dersom lærerne hadde hatt et klart læringsmål i starten av timen. Selv om samarbeid er en tydelig fellesnevner vi har sett mellom matematisk samtale og programmeringsaktiviteten Emil, kan det hende at dette ikke er like tydelig i arbeid med andre programmeringsaktiviteter. Det kunne derfor være lærerikt å undersøke hvordan undervisning ved bruk av andre programmeringsaktiviteter foregår, og om den matematiske samtalen er like tilstedeværende. Ettersom det finnes lite forskning på dette området, finnes det utallige muligheter for videre forskning, og i denne studien har vi trukket frem noen av dem.

## Referanser

- Anney, V. N. (2015). Ensuring the quality of the findings of qualitative research: Looking at trustworthiness criteria. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies (JETERAPS)*, 5(2), 272-281. Hentet fra <http://jeteraps.scholarlinkresearch.com/articles/Ensuring%20The%20Quality%20Of%20The%20Findings%20new.pdf>
- Benton, L., Hoyles, C., Kalas, I., & Noss, R. (2017). Bridging primary programming and mathematics: Some findings of design research in England. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 115-138. Hentet fra <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40751-017-0028-x.pdf>
- Benton, L., Hoyles, C., Noss, R., & Kalas, I. (2016). Building mathematical knowledge with programming: insights from the ScratchMaths project. *Proceedings of Constructionism 2016*, s. 25-32. Hentet fra <https://drive.google.com/file/d/0BwnqbVeIN16LbXY3NHJZaldQY3c/view>
- Berggren, S. & Jom, P. (2019). Lærere vil programmere – men trenger opplæring!. *Bedre skole*, 31(4), 40-43.
- Bishop, A. (1985). The social construction of meaning: A significant development for mathematics education. *For the learning of mathematics*, 5(1), 24-28. Hentet fra [https://www.jstor.org/stable/40247873?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/40247873?seq=1#metadata_info_tab_contents)
- Bjerkeli, K. (2017). *Kunsten å snakke matematikk: En kasusstudie om hvordan en flink lærer praktiserer den matematiske samtalen i klasserommet*. (Mastergradsavhandling, NTNU). Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2454651/Bjerkeli2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Botten, G. (2016). *Matematikk med mening: mening for alle*. Bergen: Caspar forlag.
- Bradshaw, Z., & Hazell, A. (2017). Developing problem-solving skills in mathematics: a lesson study. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 6(1), 32-44. Hentet fra <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLLS-09-2016-0032/full/pdf?title=developing-problem-solving-skills-in-mathematics-a-lesson-study>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. Hentet fra <https://drive.google.com/file/d/1JIPaEKNa9tYnLIN6dtazjG5IA5fmQxKJ/view>
- Bueie, H. (2019). *Programmering for matematikklærere*. Oslo: Universitetsforlaget
- Chapin, S., O'Connor, C., & Anderson, N. (2013). *Classroom discussions in math: A teacher's guide for using talk moves to support the common core and more, grades K-6* (3. Utg.). Sausalito, Ca: Math Solutions.
- Christensen, I. (2018). *Lärares attityder till programmering. En fenomenografisk studie om grundskollärares attityder till implementeringen av programmering i matematikämnet*. Hentet fra <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1216691/FULLTEXT01.pdf>

- Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forlag
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8 utg.). Oxon og New York: Routledge.
- Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S. & Souberman, E. (Red.). (1978). *Mind in society - The Development of Higher Psychological Processes*. USA: Harvard University Press
- Cope, D. (2014). Methods and meanings: Credibility and trustworthiness of qualitative research. *Oncology nursing forum*, 41(1), 89-91. Hentet fra [https://search.proquest.com/openview/e38f1fc0b181eb227c31d58f5ebc95bc/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=37213&casa\\_token=8IFmGyClSdsAAAA:Wv7WjFkRj-UEMXtOFSmfpjinRPaLm4Z9vwn483b9zt2zvba8T1NpFSQeo72Mv8h1IA8Yg\\_gf&fbclid=IwAR1CCnmMP1Qx8LUkw8S5aUhpP466-zivGsLAQRG2QIc1AFnWEbo6-WcrQwk](https://search.proquest.com/openview/e38f1fc0b181eb227c31d58f5ebc95bc/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=37213&casa_token=8IFmGyClSdsAAAA:Wv7WjFkRj-UEMXtOFSmfpjinRPaLm4Z9vwn483b9zt2zvba8T1NpFSQeo72Mv8h1IA8Yg_gf&fbclid=IwAR1CCnmMP1Qx8LUkw8S5aUhpP466-zivGsLAQRG2QIc1AFnWEbo6-WcrQwk)
- Csíkós, C., Sztányi, J., & Kelemen, R. (2011). The effects of using drawings in developing young children's mathematical word problem solving: A design experiment with third- grade Hungarian students. *Educational Studies in Mathematics: Online First*. Hentet fra [https://www.researchgate.net/publication/257557204\\_The\\_effects\\_of\\_using\\_drawings\\_in\\_developing\\_young\\_children's\\_mathematical\\_word\\_problem\\_solving\\_A\\_design\\_experiment\\_with\\_third-grade\\_Hungarian\\_students](https://www.researchgate.net/publication/257557204_The_effects_of_using_drawings_in_developing_young_children's_mathematical_word_problem_solving_A_design_experiment_with_third-grade_Hungarian_students)
- diSessa, A. A., & Cobb, P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *The Journal of the Learning Sciences*, 13, 77-103. Hentet fra [https://www.researchgate.net/profile/Paul\\_Cobb/publication/243775858\\_Ontological\\_Innovation\\_and\\_the\\_Role\\_of\\_Theory\\_in\\_Design/links/5425d9f00cf26120b7b01233/Ontological-Innovation-and-the-Role-of-Theory-in-Design.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paul_Cobb/publication/243775858_Ontological_Innovation_and_the_Role_of_Theory_in_Design/links/5425d9f00cf26120b7b01233/Ontological-Innovation-and-the-Role-of-Theory-in-Design.pdf)
- Einarsson, K. (2018). *Hur pratar lärarna om programmering? En intervjustudie som undersöker hur lågstadielärare upplever programmering innan implementeringen i undervisningen 1 juli - 2018*. (Mastergradsavhandling, Uppsala universitet). Hentet fra <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1242618/FULLTEXT01.pdf>
- Eisenhart, M. A. (1991). Conceptual frameworks for research circa 1991: Ideas from a cultural anthropologist; implications for mathematics education researchers. *Proceedings of the 13th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 1, s. 202 - 219). Blacksburg, VA.
- Fahlèn, Å. (2017, 08. september). "Åtta av tio mattelärare osäkra på pogrammering". *NyTeknik*. Hentet fra <https://www.nyteknik.se/opinion/atta-av-tio-mattelarare-osakra-pa-programmering-6869380>
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Ectj*, 29(2), 75. Hentet fra <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02766777.pdf>
- Gundersen, S. H. (2019). *Formativ vurdering i matematiske samtaler*. (Mastergradsavhandling, NTNU). Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2610443/no.ntnu%3ainspera%3a2309760.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Gustafsson, P. (2016). *Frameworks for task design and technology integration in the mathematics classroom* (Doktoravhandling, Mälardalen University). Hentet fra <http://mdh.diva-portal.org/smash/get/diva2:1033547/FULLTEXT03.pdf>
- Han, S., & Bhattacharya, K. (2001). Constructionism, learning by design, and project based learning. *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Hentet fra <http://pirun.ku.ac.th/~btun/papert/design.pdf>
- Johnson, K., Herr, T., Kysh, J. (2004). *Crossing the River with Dogs. Problem Solving for College Students*. Emeryville, CA: Key College Publishing.
- Kafai, Y., & Resnick, M. (1996). *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kazemi, E., & Hintz, A. (2014). *Intentional talk: How to structure and lead productive mathematical discussions*. Portland, Maine: Stenhouse.
- Kirke-, undervisnings- og forskningsdepartementet. (1996). *Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen*. Oslo: Nasjonalt læremiddelsenter.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2012). *Det kvalitative forskningsintervju* (2.utg). Oslo: Gyldendal Akademisk
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2008). *Interview: Introduktion til et håndværk* (2.utg.). København: Hans Reitzel.
- Lee, C. (2006). Language for Learning Mathematics. *Assessment for Learning in Practice*. (1.utg). New York: Open University Press.
- Leinwand, S., & National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lester, F. (2005). On the theoretical, conceptual, and philosophical foundations for research in mathematics education. *ZDM*, 37(6), 457-467. Hentet fra <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02655854.pdf>
- Liu, C., & Chen, I. (2010). Evolution Of Constructivism. *Contemporary Issues in Education Research*, 3(4), 63-66. Hentet fra <https://clutejournals.com/index.php/CIER/article/view/199/191>
- Lotternes, I. W., & Skrivervik, M. (2015). *Minoritetsspråklige elever i matematikk. En kvalitativ studie av minoritetsspråklige elevers divisjonsstrategier* (Mastergradsavhandling, UiT Norges arktiske universitet). Hentet fra <https://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/8121/thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- NESH. (2016). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. Hentet fra [https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125\\_fek\\_retningslinjer\\_nesh\\_digital.pdf](https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf)
- Noddings, N. (1990). Chapter 1: Constructivism in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 4, 7-210. Hentet fra [https://www.jstor.org/stable/749909?sid=primo&origin=crossref&seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/749909?sid=primo&origin=crossref&seq=1#metadata_info_tab_contents)
- Nygård, K. (2018). *Programmering i skolen: Hvordan komme i gang?* Oslo: Pedlex.

- Olsson, H., Sörensen, S., & Bureid, G. (2003). *Forskningsprosessen: Kvalitative og kvantitative perspektiver*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc., Publishers
- Pehkonen, E. (2007). Problem solving in mathematics education in Finland. WG2. Hentet fra <https://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/ALL/Papers/PEHKON.pdf>
- Polya, G. (2004). *How to solve it. A new aspect of mathematical method*. USA: Princeton university press.
- Robotemil. (2018). EMIL. Hentet fra <https://www.robotemil.com>
- Sanne, Berge, Bungum, Jørgensen, Kluge, Kristensen, . . . Voll. (2016). *Teknologi Og Programmering for Alle - En Faggjennomgang Med Forslag Til Endringer I Grunnopplæringen - August 2016*. Hentet fra <https://www.udir.no/globalassets/filer/tall-og-forskning/forskningsrapporter/teknologi-og-programmering-for-alle.pdf>
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, Fla: Academic Press.
- Sevik, K. et.al.(2018). Notat om programmering i skolen. Hentet fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/notat-om-programmering-i-skolen/>
- Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for information*, 22(2), 63-75. Hentet fra [http://www.pm.lth.se/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/Shenton\\_Trustworthiness.pdf](http://www.pm.lth.se/fileadmin/_migrated/content_uploads/Shenton_Trustworthiness.pdf)
- Statsministerens kontor, Barne- og familiedepartementet & Kunnskapsdepartementet. (2017, 25. august). Mer koding og teknologi inn i skolen. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/mer-koding-og-teknologi-inn-i-skolen/id2568375/>
- Stedøy, I. M. & Valbekmo, I. (2018). Problemløsning: Hva er problemløsning, og hvordan skiller det seg fra arbeid med vanlige matematikkoppgaver? Hva kjennetegner en god problemløser? Hentet fra <http://realfagsloyper.no/sites/default/files/2018-11/Problemløsning.pdf>
- Stenseth, B., Kaufmann, O. T. & Forsström, S. E. (2019). Programmering og matematikk. *Tangenten – tidsskrift for matematikkundervisning*, 30(2), 7–12.
- Thomas, G., & Myers, K. (2015). *The anatomy of the case study*. 55 City Road, London: SAGE Publications
- Teacher material – Emil for Year 3, world 1. (2019, 2. September). Robotemil.com. Hentet fra [https://www.robotemil.com/wp-content/uploads/2019/09/teacher-material-E3\\_W1-103\\_EN.pdf](https://www.robotemil.com/wp-content/uploads/2019/09/teacher-material-E3_W1-103_EN.pdf)
- Tjora, A. (2010). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Gyldendal
- Torkildsen, S. H. (2017). Matematisk problemløsning. Hentet fra <https://www.matematikkenteret.no/sites/default/files/media/filer/MAM/Torkildsen%20Matematisk%20Problemløsning.pdf>

- Urbanová, N. (Red.). (2019). *Programmering med Emil for 3.klasse på barnesteget*. Bratislava: Indícia
- Utdanningsdirektoratet (2019a, 27.mars). Algoritmisk tenkning. Hentet fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/algoritmisk-tenkning/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019b, 18. november). Hva er nytt i matematikk?. Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagspesifikk-stotte/nytt-i-fagene/hva-er-nytt-i-matematikk/>
- Utdanningsdirektoratet. (2013). *Læreplan i matematikk fellesfag (MAT1-04)*. Hentet fra <https://www.udir.no/kl06/MAT1-04>
- Utdanningsdirektoratet. (2019c). *Læreplan i matematikk 1.-10. trinn (MAT01-05)*. Hentet fra <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/MAT01-05.pdf>
- Utdanningsdirektoratet. (2019d, 18. november). Støtte til innføring av nye læreplaner. Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/stotte-til-innforing-av-nye-lareplaner/>
- Utdanningsdirektoratet. (2016). *Veiledning til programmering valgfag*. Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/veiledning-lp/valgfag-programmering/>
- Van de Walle, J., Karp, K., & Bay-Williams, J. (2014). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (8th ed.). Essex: Pearson Education Limited.
- Varhol, A. (2017). "Jeg hadde aldri fått til dette om jeg skulle gjort det alene" - Å lære gjennom samtale: en observasjonsstudie av 8. klasseelevers arbeid med å løse en generaliseringsoppgave i matematikk i en gruppesituasjon. (Mastergradsavhandling, NTNU). Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2454604/Varhol2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wilson, W. J., Fernandez, L. M. & Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving. Hentet fra <https://staff.tarleton.edu/browner/coursefiles/507/Problem%20solving%20article%20by%20Wilson.pdf>

# Vedlegg

Vedlegg 1: Informasjonsskriv til lærerne

Vedlegg 2: Intervjuguide

Vedlegg 3: Norsk senter for forskningsdata (NSD)

Vedlegg 4: Samtykkeskjema foresatte

Vedlegg 5: Samtykkeskjema lærere

Vedlegg 6: Oppgaver i undervisning S1

Vedlegg 7: Oppgave i undervisning S2

Vedlegg 8: Oppgave i undervisning J1

Vedlegg 9: Oppgave i undervisning J2

## **Vedlegg 1: Informasjonsskriv til lærerne**

# Informasjonsskriv om masterprosjekt

Vi er masterstudent ved NTNU, Institutt for Lærerutdanning, og skal gjennomføre et forskningsprosjekt. Masteroppgaven skal leveres i mai 2020. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva din deltakelse vil innebære.

Programmering skal inn som en del av matematikkundervisningen fra 2020. Dette kommer frem av den nye læreplanen, både som en del av kompetansemålene og som en del av de grunnleggende ferdighetene. I dette prosjektet vil vi undersøke programmeringsaktiviteten EMIL, som er en unik metode for å undervise og lære beregningstenkning på barneskolen. Vi vil se på hvordan en lærer underviser i programmering. Resultatene av studien vil bli brukt i en masteroppgave ved NTNU, og muligens i videre forskning på dette området

For å undersøke dette vil vi gjerne observere en undervisningstime hvor læreren bruker EMIL. Vi ønsker gjerne at dette ikke er første time elevene bruker EMIL, slik at både lærer og elever er kjent med programmet. Vi vil intervju læreren før og etter timen. Observasjonen vil foregå ved bruk av lyd-/videoopptak og notater. Vi vil gjerne utføre undersøkelsen ved 3.trinn på to skoler.

Ta gjerne kontakt om det er noe du/dere lurer på. · Ingrid Oline Berggård - mob.: 90515028 - [ingriob@stud.ntnu.no](mailto:ingriob@stud.ntnu.no) · Tora Amalie Killingberg – mob.: 97098978 - [toraak@stud.ntnu.no](mailto:toraak@stud.ntnu.no)

Mvh

Tora Amalie og Ingrid Oline

## Vedlegg 2: Intervjuguide

<b>Innledning</b>	
1. Hvor lenge har du jobbet som lærer?	
2. Har du noe erfaring med programmering fra før?	
a. Har du noen erfaringer med annen programmering enn EMIL?	
b. Hva synes du så langt om å undervise med EMIL?	
c. Hvordan ble det bestemt at dere skulle starte med EMIL?	
3. Har du deltatt i andre studier før?	
4. Er elevene vant til at det er noen inne og observerer?	
<b>Før undervisning</b>	
5. Hvordan har du lagt opp undervisningen i denne økta?	
b. Hvilke undervisningsstrategier har du tenkt å bruke? <i>(Hvordan vil du avslutte timen?)</i>	
6. Har du et læringsmål for timen? Om ja; Hva er læringsmålet?	
a. Hvilke forventninger har du til elevopplæringsmål av målet?	
b. Hva tenker du å gjøre for at elevene skal oppnå målet?	
c. Hvordan vet du om eleven har oppnådd målet?	
7. Hvilke strategier tror du elevene kommer til å bruke for å løse oppgavene?	
8. Hvordan vil du tilpasse undervisningen?	
9. Tror du at du kan møte på noen utfordringer i løpet av timen?	
a. Hvilke?	
b. Hvordan tenker du å løse disse utfordringene?	

<b>Etter undervisning</b>	
10. Hvordan synes du undervisningstimen fungerte?	
a. Hvordan synes du det var å forstå og bruke EMIL?	
b. Hvordan tror du det var for elevene å forstå?	
c. Hva med at det ikke var noe tegn på om det var feil eller riktig svar?	
11. Brukte elevene de strategiene du hadde sett for deg på forhånd? <i>(hvordan valgte du hvilke strategier du ville fremheve?)</i> <i>(Hvordan valgte du rekkefølgen på strategiene du fremhevet?)</i> <i>(Koblet du ulike strategier sammen? Hvis ja: hvordan?)</i>	
12. Gjorde du noen endringer på undervisningsopplegget underveis? <i>(Hvilke og hvorfor)</i>	
13. Hvilke undervisningsstrategier syntes du fungerte godt/mindre godt? <i>(Hvorfor?)</i>	

14. Følte du at læringsmålet ble oppnådd? <i>(Hvorfor/hvorfor ikke?)</i>	
15. Følte du at du fikk tilpasset undervisningen for alle elevene?	
16. Oppstod det noen utfordringer underveis? <i>(Hvilke og hvordan løste du disse?)</i>	
17. Har du noen metoder for å få elevene til å snakke sammen og med deg om matematikk? <i>(Hvilke?)</i>	
18. Synes du aktiviteten hjelper elevene å lære matematikk?	
a. Hvilken matematikk?	
b. Hva gjør du for at elevene skal se denne matematikken?	
19. Det finnes en engelsk lærerveiledning for EMIL på nett. Har du brukt denne?	
20. Dersom vår observasjon/tilstedeværelse påvirket klasseromssituasjonen, hvordan?	

<b>Programmering</b>	
21. Hvordan vil du beskrive programmering?	
22. Synes du programmering er viktig i matematikk? <i>(Hvorfor/hvorfor ikke?)</i>	
23. Hvor ofte kan du se for deg å undervise programmering?	
24. Hvordan har dere/du tenkt å innføre programmering i matematikkundervisningen?	
25. Har skolen en fremdriftsplan for programmering?	
26. Hva tenker, eller hva føler du om at programmering i matematikk skal inn i læreplanen?	
a. Er du enig i at det skal inn i læreplan?	
b. Hvordan påvirker det deg som lærer?	
c. Hvordan tror du det påvirker lærere som ikke er kjent med det fra før?	
<b>Sluttkommentarer</b>	
Har du noe mer du ønsker å si? <i>Om undervisningen, EMIL eller programmering generelt?</i>	

### **Vedlegg 3: Norsk senter for forskningsdata (NSD)**



#### **NSD sin vurdering**

##### **Prosjekttittel**

Programmering i matematikk for barneskolen

##### **Referansenummer**

485443

##### **Registrert**

06.09.2019 av Tora Amalie Killingberg - toraak@stud.ntnu.no

##### **Behandlingsansvarlig institusjon**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet NTNU / Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap (SU) / Institutt for lærerutdanning

##### **Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)**

Iveta Kohanova, iveta.kohanova@ntnu.no, tlf: 48402643

##### **Type prosjekt**

Studentprosjekt, masterstudium

##### **Kontaktinformasjon, student**

Tora Amalie Killingberg, toraamalie@outlook.com, tlf: 97098978

##### **Prosjektperiode**

02.09.2019 - 20.06.2020

##### **Status**

08.10.2019 - Vurdert

##### **Vurdering (2)**

**08.10.2019 - Vurdert**

**NSD har vurdert endringen registrert 01.10.2019.**



Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 08.10.2019. Behandlingen kan fortsette.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til videre med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Karin Lillevold Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

#### **17.09.2019 - Vurdert**

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 17.09.2019, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

#### MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

[https://nsd.no/personvernombud/meld\\_prosjekt/meld\\_endringer.html](https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html) Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

#### TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 20.06.2020.

#### LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake. Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

#### PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

#### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

#### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Karin Lillevold Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

## **Vedlegg 4: Samtykkeskjema foresatte**

# ***Vil ditt barn delta i forskningsprosjektet***

## ***“Programmering i barneskolen”?***

### **Til foresatte for elever på <>. trinn ved <> skole**

Vi er masterstudenter ved NTNU, Institutt for Lærerutdanning, og skal gjennomføre et kort forskningsprosjekt på skolen til ditt barn. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for ditt barn.

#### **Formål**

Programmering skal inn som en del av matematikkundervisningen fra 2020. Dette kommer frem av den nye læreplanen, både som en del av kompetansemålene og som en del av de grunnleggende ferdighetene. I dette prosjektet vil vi undersøke programmeringsaktiviteten EMIL, som er en unik metode for å undervise og lære beregningstenkning på barneskolen. Vi vil se på hvordan aktiviteten fungerer i klasserommet, da spesielt med fokus på læreren og den matematiske samtalen. Resultatene av studien vil bli brukt i en masteroppgave ved NTNU, og muligens i videre forskning på dette området.

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

NTNU, Institutt for Lærerutdanning er ansvarlig for prosjektet.

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

I dette forskningsprosjektet vil vi observere læreren i klasseromssituasjonen.

Klasseromssituasjonen består av læreren og dens elever, og dette er årsaken til at vi ønsker å observere ditt barn. Deres klasse er valgt på bakgrunn av at Giske kommune har tatt i bruk programmeringsaktiviteten som vi ønsker å undersøke.

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

Hvis du samtykker til at ditt barn deltar i prosjektet, innebærer det at ditt barn vil bli observert og observasjonene blir registrert ved lyd-/videoopptak.

#### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis ditt barn velger å delta, kan du/ditt barn når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om ditt barn vil da bli anonymisert. Dersom du/ditt barn ikke samtykker vil barnet ditt få samme undervisning, men vil ikke bli observert med lyd-/videoopptak. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for ditt barn hvis det ikke vil delta eller senere velger å trekke seg.

#### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

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

- Tora Amalie Killingberg, Ingrid Oline Berggård og veiledere/forelesere vil ha tilgang til datamaterialet. Datamaterialet vil kunne diskuteres med medstudenter.

- Vi vil lagre datamaterialet innelåst/kryptert og navn på både deltakere og skole vil i masteroppgaven bli anonymisert.
- Som deltaker vil ikke ditt barn kunne gjenkjennes i publikasjonen.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Prosjektet skal etter planen avsluttes 20.06.20. All personidentifiserende data vil da bli slettet. Data som ikke er personidentifiserende vil bli overført til NTNU.

### **Dine rettigheter**

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om ditt barn (Innsynsretten faller bort ved lyd-/videoopptak, ettersom det viser personidentifiserende informasjon om andre elever. Man har som foresatt kun innsynsrett i datamaterialet hvor andre elever ikke kan bli identifisert.),
- å få rettet personopplysninger om ditt barn,
- få slettet personopplysninger om ditt barn,
- få utlevert en kopi av ditt barns personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av ditt barns personopplysninger.

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

Vi behandler opplysninger om ditt barn basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU - Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

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

- Masterstudent, Ingrid Oline Berggård - [ingriob@stud.ntnu.no](mailto:ingriob@stud.ntnu.no)
- Masterstudent, Tora Amalie Killingberg - [toraak@stud.ntnu.no](mailto:toraak@stud.ntnu.no)
- NTNU, Institutt for Lærerutdanning ved Iveta Kohanova - [iveta.kohanova@ntnu.no](mailto:iveta.kohanova@ntnu.no)
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Iveta Kohanov

Prosjektansvarlig

(Forsker/veileder)

Ingrid Oline Berggård

Student

Tora Amalie Killingberg

Student

# Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Programmering i barneskolen», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

1. å delta i observasjon (ved lyd-/videoopptak)
2. at lærer kan gi opplysninger om mitt barn til prosjektet – hvis aktuelt

Jeg samtykker til at opplysninger om mitt barn behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. juni 2020

-----

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## Vedlegg 5: Samtykkeskjema lærere

# ***Vil du delta i forskningsprosjektet "Programmering i barneskolen"?***

### **Til lærer for elever på <>. trinn ved <> skole**

Vi er masterstudent ved NTNU, Institutt for Lærerutdanning, og skal gjennomføre et forskningsprosjekt på skolen din. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Programmering skal inn som en del av matematikkundervisningen fra 2020. Dette kommer frem av den nye læreplanen, både som en del av kompetansemålene og som en del av de grunnleggende ferdighetene. I dette prosjektet vil vi undersøke programmeringsaktiviteten EMIL, som er en unik metode for å undervise og lære beregningstenkning på barneskolen. Vi vil se på hvordan aktiviteten fungerer i klasserommet, da spesielt med fokus på læreren og den matematiske samtalen. Resultatene av studien vil bli brukt i en masteroppgave ved NTNU, og muligens i videre forskning på dette området

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

NTNU, Institutt for Lærerutdanninger ansvarlig for prosjektet.

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

I dette forskningsprosjektet vil vi observere læreren i klasseromssituasjonen. Klasseromssituasjonen består av læreren og dens elever, og dette er årsaken til at vi ønsker å observere deg. Din klasse er valgt på bakgrunn av at Giske kommune har tatt i bruk programmeringsaktiviteten som vi ønsker å undersøke.

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

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du vil bli observert og intervjuet. Intervjuet inneholder spørsmål om programmeringsaktiviteten EMIL og selve undervisningen. Dine svar og observasjon vil bli registrert ved lyd-/videoopptak.

#### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

#### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

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

- Tora Amalie Killingberg, Ingrid Oline Berggård og veiledere/forelesere vil ha tilgang til datamaterialet. Datamaterialet vil kunne diskuteres med medstudenter.

- Vi vil lagre datamaterialet innelåst/kryptert og navn på både deltakere og skole vil i masteroppgaven bli anonymisert.
- Som deltaker vil du ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Prosjektet skal etter planen avsluttes 20.06.20. All personidentifiserende data vil da bli slettet. NTNU vil overta datamaterialet som ikke er personidentifiserende.

### **Dine rettigheter**

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

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

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

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU - Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

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

- Masterstudent, Ingrid Oline Berggård - [ingriob@stud.ntnu.no](mailto:ingriob@stud.ntnu.no)
- Masterstudent, Tora Amalie Killingberg - [toraak@stud.ntnu.no](mailto:toraak@stud.ntnu.no)
- NTNU, Institutt for Lærerutdanning ved Iveta Kohanova - [iveta.kohanova@ntnu.no](mailto:iveta.kohanova@ntnu.no)
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Iveta Kohanova

Prosjektansvarlig

(Forsker/veileder)

Ingrid Oline Berggård

Student

Tora Amalie Killingberg

Student

# Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Programmering i barneskolen», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

1. å delta i intervju
2. å delta i observasjon (ved lyd-/videoopptak)

Jeg samtykker til at opplysninger om meg behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. juni 2020

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)



## Vedlegg 6: Oppgaver i undervisning S1



### 4 Vokalar, konsonantar og alfabetet:



Emil vil legge så mange **vokalar** som han kan i kassa til høgre. Skriv ned dei vokalane han greier å plukke opp, utan å gå på andre bokstavar.



Emil vil legge så mange **konsonantar** som han kan i kassa til høgre. Skriv ned dei konsonantane han greier å plukke opp, utan å gå på andre bokstavar.



Emil vil legge så mange **bokstavar frå siste halvdel av alfabetet** som han kan i kassa til høgre. Skriv ned dei han greier å plukke opp, utan å gå på andre bokstavar.

## Vedlegg 7: Oppgave i undervisning S2





## Vedlegg 8: Oppgave i undervisning J1

< D 1  Lag summen 7 av tala.  




		+		+
1			6	3
-		5		-
4	2		·	



 Samlaren Emil • D 

Løys oppgåvene under med dette brettet:

		+		+
1			6	3
-		5		-
4	2		·	

**D1** Bruk Emil og set opp reknestykke som blir 7. Finn fleire løysingar. Eg laga desse stykka:

---

---

---

## Vedlegg 9: Oppgave i undervisning J2

