

MASTEROPPGAVE
Masterstudium i digital læringsdesign
November 2023

Algoritmisk Tenkning i matematikk: En undersøkelse av samarbeid i
en ungdomsskoleklasse

Stein Åke Bjørk



OsloMet – storbyuniversitetet

Fakultet for lærerutdanning og internasjonale studier

Institutt for grunnskole- og faglærerutdanning

Sammendrag

Masteroppgaven min fokuserer på algoritmisk tenkning (AT) i matematikkundervisningen i en ungdomsskoleklasse, med særlig vekt på bruken av Excel og Scratch i gruppearbeid. Studien baserer seg på videoobservasjoner fra to skoletimer, og undersøker hvordan AT kommer til uttrykk når elevene bruker disse teknologiske verktøyene for å utforske og løse matematiske problemer.

Problemstillingen er: "Hvordan manifesterer elevens algoritmiske tenkning seg når de arbeider gruppevis i matematikk?» " For å svare på dette ble tre hovedområder identifisert: interaksjon og mediering i elevsamarbeid, AT med Excel og Scratch som medierende artefakter, og utfordringer i problemløsningsarbeidet.

Studien viser hvordan samarbeid i en teknologisk kontekst kan forbedre forståelsen av matematisk problemløsning. Elevenes kommunikasjon, både muntlig og gjennom fysiske artefakter, understreker teknologiens rolle som et medierende verktøy. I arbeidet med Excel og Scratch observerte jeg at elevene engasjerte seg i en utforskende og eksperimentell prosess, som reflekterer sentrale komponenter i AT, som samarbeid, kritisk tenkning og kreativitet. Disse observasjonene understøtter en interaktiv læringserfaring som er i tråd med den sosiokulturelle tilnærmingen til læring.

Elevene diskuterte navigasjon i Excel og hvor langt ned i programmet det var mulig å komme. Her eksperimenterte elevene med parameterne i programmet for å finne rammene som lå der. Observasjonene viser hvor viktig et godt ordforråd kan være for diskusjonene og forståelsen av hvordan programmer som Excel er ment å fungere. Dette blir knyttet opp mot CSCL i oppgaven. Til forskjell så brukte elevene mer tid på det estetiske aspektet av programmet når de jobbet med Scratch. Der går samtalene ut på hvem som laget den fineste figuren og andre estetiske elementer i programmene sine.

Studien avdekker også utfordringer knyttet til problemløsning, spesielt en tendens til lineær tilnærming som begrenser evnen til å utforske alternative løsningsstrategier. Observasjoner av individuelle elever indikerer behovet for videre utvikling av abstraksjons- og generaliseringsferdigheter, som er sentrale i AT.

Metodebegrensningene inkluderer en kort observasjonsperiode og mangelen på etterfølgende intervjuer med elever. Til tross for disse begrensningene, bidrar studien med innsikt og grunnlag for videre forskning for å utvide forståelsen av AT sin integrering i matematikkundervisningen.

Studien avsluttes med en oppfordring til videre forskning, inkludert utforskning av et bredere spekter av programvarer, lærerens rolle i å veilede elevenes interaksjon med disse programmene, og sammenligning av individuelt versus gruppebasert AT-engasjement. Den stadige utviklingen av ny teknologi understreker behovet for kontinuerlig evaluering av hvordan disse verktøyene påvirker AT i utdanningen.

Abstract

My master thesis focuses on Computational Thinking (CT) in mathematics education in a secondary school class, with particular emphasis on the use of Excel and Scratch in group work. The study is based on video observations from two school lessons, examining how CT is expressed when students use these technological tools to explore and solve mathematical problems.

The research question is: "How does students' computational thinking manifest itself when they work in groups in mathematics?" To answer this, three main areas were identified: interaction and mediation in student collaboration, CT with Excel and Scratch as mediating artifacts, and challenges in problem-solving work.

The study shows how collaboration in a technological context can enhance understanding of mathematical problem-solving. The students' communication, both verbally and through physical artifacts, emphasizes the role of technology as a mediating tool. In working with Excel and Scratch, I observed that the students engaged in an exploratory and experimental process, reflecting key components of CT, such as collaboration, critical thinking, and creativity. These observations support an interactive learning experience in line with the sociocultural approach to learning.

The students discussed navigation in Excel and how far down in the program it was possible to go. Here, the students experimented with the parameters of the program to find its limits. The observations show the importance of a good vocabulary for the discussions and understanding of how programs like Excel are intended to function. This is linked to CSCL in the thesis. In contrast, students spent more time on the aesthetic aspect of the program when working with Scratch. The discussions focused on who created the best-looking figure and other aesthetic elements in their programs.

The study also reveals challenges related to problem-solving, especially a tendency towards a linear approach that limits the ability to explore alternative strategies. Observations of individual students indicate the need for further development of abstraction and generalization skills, which are central to CT.

Methodological limitations include a short observation period and the lack of subsequent interviews with students. Despite these limitations, the study contributes insights and a basis for further research to expand the understanding of the integration of CT in mathematics education.

The study concludes with a call for further research, including exploration of a wider range of software, the teacher's role in guiding students' interaction with these programs, and comparison of individual versus group-based CT engagement. The continuous development of new technology underscores the need for ongoing evaluation of how these tools affect CT in education.

Forord

Da er jeg endelig ferdig med 11 måneder med skrivingen av denne oppgaven. Det har vært en utrolig lang prosess med opp- og nedturer. Jeg visste at det ville bli mye arbeid med dette studiet, men jeg hadde ingen anelse om hvor mye innsats som faktisk kreves for å fullføre en mastergrad. Nesten hver dag jeg ikke var på jobb, har gått med til skriving, og de siste månedene har jeg også måttet legge sosialt samvær og trening til side for å bli ferdig. Nå ser jeg frem til å ikke lenger være avhengig av energidrikker for å holde meg våken gjennom dagen og til å komme i form igjen.

Flere personer har vært en uvurderlig støtte gjennom denne lange prosessen. Jeg ønsker å takke mine to svært tålmodige veiledere, Kristina Johnsdatter Andreasen og Louise Mifsud. Dere ga meg verdifulle råd og tilbakemeldinger gjennom hele prosessen, noe som er den viktigste grunnen til at jeg har klart å fullføre arbeidet mitt.

Videre vil jeg takke Katarzyna Pajchel, en av forskerne fra MASCOT-prosjektet som jeg var en del av. Hun ledet den første observasjonsdagen og lærte meg mye om observasjonsprosessen.

Til slutt, en stor takk til min kone, Julie Ann, som har måttet holde ut med en til tider grinete og utslitt mann om kveldene når arbeidet har pågått i altfor mange timer. Jeg kan heller ikke glemme mine to katter, som ofte lå i fanget mitt mens jeg arbeidet og ga meg støtte. Jeg er svært takknemlig for å ha en justerbar pult som kan heves, slik at det er plass til katten også.

Takk, alle sammen!

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for studien.....	2
1.1.1 Faglig bakgrunn.....	2
1.1.2 Personlig bakgrunn.....	3
1.2.3 Hull i nåværende forskning.....	3
1.2 AT i Norge.....	4
1.2.1 AT i min forskning.....	6
1.3 Oppgavens problemstilling.....	7
1.4 Oppgavens struktur.....	7
2.0 Litteraturgjennomgang.....	9
2.1 Algoritmisk Tenkning.....	9
2.1.1 AT i Norge del 2.....	14
2.2 AT i matematikk.....	15
3.0 Teoretisk rammeverk.....	18
3.1 Sosiokulturell tilnærming til læring.....	18
3.2 Medierende artefakter.....	19
3.2.1 Tidligere forskning på medierende artefakter.....	20
3.3 Mediering i en sosiokulturell kontekst.....	20
3.4 Samarbeidslæring.....	21
3.5 CSCL.....	22
3.5.1 Tidligere forskning på CSCL.....	24
3.6 Problemløsning.....	25
3.7 Digitale verktøy for programmering.....	26
3.7.1 Excel.....	26
3.7.2 Scratch.....	27
4.0 Metode.....	29
4.1 Designbasert forskning.....	29
4.2 Min rolle i MASCOT-prosjektet.....	29
4.3 Gjennomføring.....	30
4.3.1 Utvalg.....	33
4.3.2 Kvalitativ metode.....	33
4.3.3 Ikke-deltagende observasjon.....	34
4.3.4 Teknisk testing av ikke-deltagende videoobservasjon.....	35
4.3.5 Videoobservasjon.....	36
4.3.6 Kritiske tanker om videoobservasjonen.....	38

4.3.7 Skjermopptak	38
4.4 Analyse av datamaterialet.....	39
4.4.1 Verktøy for datainnsamling.....	39
4.4.2 Transkribering av datamaterialet.....	40
4.4.3 Analytisk tilnærming.....	41
4.5 Validitet, troverdighet, reliabilitet og generalisering.....	45
4.5.1 Validitet og troverdighet	46
4.5.2 Reliabilitet	47
4.6 Etske hensyn i forskningen	48
4.6.1 Samtykke, frivillighet og datasikkerhet	48
4.6.2 Anonymisering og beskyttelse av sårbare grupper	49
4.6.3 Tolkning og publisering av resultater	49
5.0 Funn og diskusjon.....	50
5.1 Interaksjon og mediering i elevsamarbeid	50
5.2 Algoritmisk tenkning med Excel og Scratch som medierende artefakt	55
5.3 Utfordring med problemløsningsarbeidet	63
6.0 Oppsummering og Konklusjon	69
6.1 Interaksjon og mediering i elevsamarbeid	69
6.2 Algoritmisk tenkning med Excel og Scratch som medierende artefakt	70
6.3 Utfordring med problemløsningsarbeidet	71
6.4 Refleksjon	72
6.5 Veien videre.....	73
7.0 Litteraturliste.....	74
Vedlegg 1: Samtykkeskjema	85
Vedlegg 2: Programmeringsverktøy brukt i litteraturen	88
Vedlegg 3: Forkortet Jefferson transkriberingssystem	93
Vedlegg 4: Oppgaver	94
Vedlegg 4.1: Simulering i Excel.....	94
Vedlegg 4.2: Simulering i Scratch	95

Figurfortegnelse

FIGUR 1: SKJERMBILDE AV FUNKSJONSUTTRYKK I EXCEL	26
FIGUR 2: SKJERMBILDE AV BLOKKER I SCRATCH	27
FIGUR 3: SKJERMBILDE AV ET PROGRAM I SCRATCH.....	28
FIGUR 4: SKJERMBILDE AV SAMSKRIVING I EXCEL, DATAGRUNNLAG	32
FIGUR 5: SKJERMBILDE FRA EXCEL, OPPSUMMERING AV DATAGRUNNLAGET.....	32
FIGUR 6: SKJERMBILDE AV EN FUNKSJON I EXCEL	32
FIGUR 7: REKREASJON AV KAMERAVINKEL FRA FØRSTE OBSERVASJON. LAGET AV FORFATTEREN (2023), MED KARAKTERER FRA MIXAMO (2023). NETTBRETT-OBJEKTET 'THE TABLET' AV TATARIN_174 (2021), LISENSIERT UNDER CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION-NONCOMMERCIAL. GOPRO-OBJEKTET 'GOPRO HERO 8' AV UMEZAWA (2022), LISENSIERT UNDER CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION.....	35
FIGUR 8: SKJERMBILDE FRA F4TRANSKRIPT	41
FIGUR 9: SKJERMBILDE OVER FILOVERSIKT	43
FIGUR 10: SKJERMBILDE AV TEKSTFIL MED HOVEDMOMENTER FRA FØRSTE OBSERVASJON	43
FIGUR 11: SKJERMBILDE AV KODER I NVIVO.....	43
FIGUR 12: SKJERMBILDE AV KODESTRUKTUR I NVIVO.....	44
FIGUR 13: SKJERMBILDE AV EXCEL	56
FIGUR 14: SKJERMBILDE AV FIGURDESIGN I SCRATCH, ELEV12.....	59
FIGUR 15: SKJERMBILDE AV FIGURDESIGN I SCRATCH, ELEV5.....	59

Tabellfortegnelse

TABELL 1: OVERSIKT OVER FASENE I DBR (AMIEL & REEVES, 2008, s.34).....	30
TABELL 2: OVERSIKT OVER OBSERVASJONSDAGENE	37
TABELL 3: MENGDE RÅDATA FRA OBSERVASJONENE.....	37

1.0 Innledning

Fagfornyelsen 2020, en betydelig reform i den norske skoleplanen, introduserte programmering i flere fag, inkludert matematikk og naturfag. Dette markerte en vesentlig endring fra tidligere, der programmering hovedsakelig var forbeholdt valgfag for spesielt interesserte. På bakgrunn av denne endringen i norsk skole blir det viktig å øke forståelsen for hvordan den nye målsettingen om Algoritmisk Tenkning (AT) manifesterer seg i klasseromspraksis. Dette inkluderer integreringen av programmering som en del av undervisningsplanen i ungdomsskolen.

I det 21. århundre, som Saeli et al. (2011) bemerker, omgir teknologi oss overalt, og fremtidige generasjoner av studenter vil sannsynligvis møte teknologier og yrker som ennå ikke er oppfunnet. Informasjonsteknologi har infiltrert nesten alle samfunnsaspekter, og det er essensielt for studenter å være tilpasningsdyktige til fremtidens teknologier. I lys av dette har land over hele verden, ifølge Chongo et al. (2020), begynt å prioritere evner som kreativitet, innovasjon og kritisk tenkning for å møte fremtidige utfordringer, og mange har derfor rettet fokuset mot tankegang som AT.

I denne studien undersøker jeg hvordan elever arbeider i mindre grupper med AT. Jeg vil se på hvordan elevene tar i bruk tilgjengelig teknologi og hvordan teknologien igjen påvirker elevenes samarbeid. I studien min undersøker jeg ulike aspekter av arbeidet med AT. Dette inkluderer hvordan elevene bruker AT som en metode for problemløsning, hvilke verktøy de benytter seg av, og hvilke strategier de anvender i sitt arbeid. Hvordan legger teknologien i klasserommet til rette for arbeidet med matematikken. Resultatet av studien min håper jeg kan belyse hvordan AT kan forekomme i et spesifikt klasserom og hvordan det teknologiske aspektet av AT kommer til syne i løpet av to timer med matematikk.

Min oppgave er en del av det større Mathematics, Science and Computational Thinking (MASCOT)-prosjektet, som tar sikte på å samle kunnskap om læring og vurdering av AT i lærerutdanning og skole, primært innen matematikk og naturfag. Prosjektet er finansiert av Forskningsrådet og involverer et samarbeid mellom lærere, forskere og skoler. Jeg har fulgt gjennomføringen av to undervisningstimer i grunnskolen og samlet data ved hjelp av videoobservasjoner, i samarbeid med lærere og forskere i MASCOT-prosjektet.

1.1 Bakgrunn for studien

I dette kapittelet vil jeg utforske den faglige konteksten rundt AT, som ble introdusert med Fagfornyelsen 2020. I tillegg vil jeg se på mine personlige grunner samt hull i nåværende forskning som grunnlag for min studie.

1.1.1 Faglig bakgrunn

I matematikkfaget legger Utdanningsdirektoratet (2023), det nasjonale organet for utdanningsadministrasjon i Norge, stor vekt på betydningen av at elever forstår sammenhengen mellom matematikk og andre fag, samt utvikler evnen til å løse problemer. Dybdelæring og forståelse oppnås gjennom aktiv problemløsning og oppdagelsen av sammenhenger mellom matematikk og andre kunnskapsområder. En sentral strategi for problemløsning som blir presentert av Utdanningsdirektoratet er AT. Innenfor AT fremheves programmering som et effektivt verktøy for å fremme egenskapene ved AT, og det poengteres at flere mål kan oppnås ved hjelp av programmering. Det er imidlertid viktig å merke seg at programmering, som egen metode, ikke er et obligatorisk krav i læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2023). Selv om Utdanningsdirektoratet nevner at AT er en problemløsningsstrategi og at programmering ikke er et obligatorisk krav, er det interessant å observere at læreplanene nesten utelukkende bruker begrepet programmering når de omtaler AT. Et sitat fra Utdanningsdirektoratets digitaliseringsstrategi illustrerer hvor tett begrepet programmering er knyttet til AT:

«Mange har tatt til orde for at det er et økt behov for at elever lærer algoritmisk tenkemåte eller algoritmiske prosesser i skolen. Blant annet ønskes det at elevene lærer programmering, ut over det som i dag er tilgjengelig i programfag i videregående opplæring og som valgfag på ungdomstrinnet.»

(Utdanningsdirektoratet, 2019b).

I kompetansemålene for tiende trinn står det et spesifikt mål som oppfordrer elevene til å «utforske matematiske egenskaper og sammenhenger ved å bruke programmering» (Utdanningsdirektoratet, u.å.e). Dette er den eneste direkte henvisningen til AT i form av programmering blant målene for dette trinnet. Når det gjelder matematikkens kjerneelementer, nevnes AT bare en gang, med følgende setning:

«Algoritmisk tenkning er viktig i prosessen med å utvikle strategier og fremgangsmåter for å løse problemer og innebærer å bryte ned et problem i delproblemer som kan løses systematisk» (Utdanningsdirektoratet, u.å.d).

1.1.2 Personlig bakgrunn

Min motivasjon for å skrive denne oppgaven er sammensatt. Jeg har over ti års erfaring med arbeid innen ulike typer informasjonsteknologi utenfor skolen og som informatikklærer i videregående skole. Nylig fullførte jeg også min lærerutdanning i matematikk, hvor programmering ble trukket fram som et sentralt emne. Selv om programmeringsdelen i matematikkutdanningen føltes grunnleggende gitt min bakgrunn i informatikk, observerte jeg at mange av mine medstudenter slet med nye forståelse av konsepter som variabler og algoritmer. Det ble mye diskusjon rundt hvordan programmering ville manifestere seg på eksamener, og hvordan erfarne matematikklærere nå følte behovet for å oppdatere sin kompetanse for å møte behovene til denne nye generasjonen elever.

Jeg ønsket å forstå hva AT egentlig innebærer og hvordan AT vil påvirke matematikkfaget senere på videregående etter at elever har lært programmering i undervisningen i flere år. Tidlig i matematikkstudiet spurte jeg meg selv om AT kun var synonymt med programmering eller om det rommet mer. Selv om jeg i løpet av studiet fikk en grunnleggende forståelse av AT, følte jeg at det var mye mer å lære om begrepet.

1.2.3 Hull i nåværende forskning

Når jeg jobbet med litteraturgjennomgangen min og senere arbeidet med å spisse problemstillingen fant jeg to relevante områder som andre forskere mente ikke har nok forskning i dag. Kaufmann og Stenseth (2021) tar opp at det er et økende behov for å forstå dybden i hvordan elever fremlegger sine argumenter i prosessen med matematisk problemløsning via programmering. Mye av forskningen på å koble programmering til matematikk har vært fokusert på geometri. Forsström og Kaufmann (2018) etterlyser mer forskning som forbinder programmering med andre områder innen matematikk.

Min forskning tar utgangspunkt i disse hullene over og legger forskningen min et sted imellom. Forskningen min fokuserer på elevenes dialog og samarbeid i løsningsprosessen av matematiske problemer, med et spesielt fokus på hvordan AT kommer til uttrykk i denne prosessen. Dette vil bidra til en dypere forståelse av hvordan programmering som verktøy kan styrke og påvirke elevers matematiske problemløsningsferdigheter.

1.2 AT i Norge

Begrepet *Algoritmisk Tenkning* (AT) brukes på norsk som en direkte oversettelse av det engelske begrepet *Computational Thinking* (CT), og Utdanningsdirektoratet sin beskrivelse tar utgangspunkt i en tilpasset definisjon fra Barefoot Computing (Utdanningsdirektoratet, 2019a).

«Algoritmisk tenkning er en problemløsningsmetode. Algoritmisk tenkning innebærer å tilnærme seg problemer på en systematisk måte, både når vi formulerer hva det er vi ønsker å løse og når vi foreslår mulige løsninger. Litt forenklet kan vi si at det er 'å tenke som en informatiker' når vi skal løse problemer eller oppgaver.»

(Utdanningsdirektoratet, 2019a).

Basert på litteraturen jeg har lest og Utdanningsdirektoratets egne beskrivelser, virker denne definisjonen litt forenklet. Selv om AT handler om å løse problemer, er det mer dybde i begrepet. Ifølge Utdanningsdirektoratet (2019a) skal en algoritmisk tenker være systematisk, analytisk, skapende, eksperimenterende og åpen for alternative løsninger.

«Det krever en nysgjerrig og utforskende tilnærming for å formulere og løse problemer. Å gjøre feil underveis er en viktig del av prosessen, og den algoritmiske tenkeren må ha strategier for å oppdage at noe er feil og rette feilene. Dette krever en «kognitiv kondis» for å ikke gi opp, og det er viktig å trene denne ved å jobbe med kontinuerlig forbedring underveis i prosessen. Gode løsninger oppstår ikke et vakuum [sic], og samarbeid og deling er derfor sentrale arbeidsmetoder for den algoritmiske tenkeren.» (Utdanningsdirektoratet, 2019a).

Her vil jeg argumentere for at AT handler om mer enn bare problemløsning. Det handler for eksempel også om tilnærmingen og prosessene bak.

I internasjonal litteratur finner vi begrepet «*Algorithmic Thinking*» som er en viktig del av AT. Men på norsk mangler vi et godt begrep for dette. For å løse dette har jeg valgt å følge Gjøvik og Torkildsen (2019, s. 33) som bruker begrepet «*algoritmebehandling*» som en oversettelse av «*Algorithmic Thinking*» videre i oppgaven min. Ifølge forfatterne betyr algoritmebehandling det å følge og forklare trinnvise instruksjoner. Dette stemmer overens med Curzon (2015) som definerer det engelske begrepet «*Algorithmic Thinking*» som en

prosess hvor man identifiserer og bruker trinnvise instruksjoner eller regler for å løse problemer og oppnå ønskede resultater.

Utdanningsdirektoratet (2019b) har valgt å dele AT inn i seks nøkkelbegreper; *logikk*, *algoritmer*, *dekomposisjon*, *mønstre*, *abstraksjon* og *evaluering*. Videre finner vi fem arbeidsmåter som er *fikle*, *skape*, *feilsøke*, *holde ut* og *samarbeide*. I denne studien la jeg mest vekt på hvordan elevene fiklet, skapte og feilsøkte mens de samarbeidet i små grupper. For å utforske disse begrepene i konteksten av AT tok jeg utgangspunkt i beskrivelsene fra Barefoot Computing siden det er selskapet Utdanningsdirektoratet bygger sin definisjon på. Barefoot Computing er et britisk selskap som forbereder lærere og elever på endringer i datavitenskapens pensum (BarefootComputing, u.å.a).

For å få en forståelse av fikling kan vi se for oss et barn som undersøker noe nytt: «*Hva skjer hvis jeg flytter på denne?*» «*Kan denne byttes ut?*» «*Lurer på om jeg klarer å ...?*».

BarefootComputing (u.å.e) skriver at fikling er å prøve seg frem og utforske hva noe gjør og hvordan det fungerer. I skolesammenheng kan dette være å la elevene teste ut et program før de får konkrete oppgaver. La elevene utforske selv for å prøve ut nye ting eller finne noe de ikke hadde forventet.

Selskapet skriver at skape er å planlegge i tillegg til det å lage noe (BarefootComputing, u.å.c). For eksempel, i konteksten av AT kan dette være å designe et spill ved hjelp av programmering. Her vil hele prosessen kunne være fra å planlegge grafikken, tekst og funksjonalitet til det å programmere selve løsningen, være en del av skape-prosessen.

Feilsøking er prosessen med å finne ut hvorfor noe ikke fungerer. Hvis vi setter dette i konteksten av problemløsning kan prosessen være: forutsi hva som skal skje, observer hva som faktisk skjer, finn ut hvor noe går galt og til slutt fiks problemet (BarefootComputing, u.å.d).

Samarbeid beskrives av BarefootComputing (u.å.b) som det å jobbe sammen med andre. De skriver videre at samarbeid ofte gir de beste resultater og øker motivasjonen til å holde ut. Samarbeid er viktig i fremtiden når elevene har startet å jobbe. For eksempel, i informasjonsteknologibransjen, jobber team ofte på samme prosjekt med ulike spesialister; noen kan være eksperter på programmering, mens andre har spesialisert seg på områder som grafikk eller lyddesign.

I kapittel 2.1.1 vil jeg gå nærmere inn på begrepene over sett i lys av litteraturen jeg har lest, mens i neste kapittel vil jeg gå videre inn på hva jeg legger i begrepet AT i min forskning.

1.2.1 AT i min forskning

Basert på den litteraturgjennomgangen jeg har gjort, har jeg observert at det eksisterer flere definisjoner av AT og det kan være utfordrende å få en klar oversikt over hva begrepet egentlig innebærer. For å sikre en tydelig retning i min oppgave, vil jeg bygge på Utdanningsdirektoratet sin beskrivelse av AT, slik den er beskrevet i kapittel 1.2. I min forskning vil jeg spesifikt undersøke bruken av AT innenfor den observerte matematikkundervisningen, med fokus på hvordan AT manifesterer seg i timene.

Jeg ønsker å se på hvordan elevgruppene tar i bruk teknologien for å løse oppgaver de jobber med i timen. Hva er de største utfordringene elevene støter på i denne forbindelsen. Er det matematikk, programmering eller kanskje teknologien i seg selv som gir elevene mest utfordringer. Vil slike problemer gå utover læringen i timen eller er det kanskje nettopp det å arbeide sammen om slike utfordringer som nettopp gir muligheten for ny læring.

Hva slags dynamikk finner vi i gruppene? Arbeider elevene aktivt sammen? Hvordan er kunnskapsnivåene innad i gruppene, er det en person som er flinkere enn den andre? Er det et problem at en elev har mer kunnskap eller kan dette også føre til læring?

Jeg ønsker å utforske klasserommet med fokus på AT. Min antakelse er at teknologien, brukt på en god måte, vil berike undervisningen og være til god hjelp for både elever og lærer i prosessen med undervisning og læring.

1.3 Oppgavens problemstilling

Min masteroppgave konsentrerer seg om AT i et matematikklasserom, spesielt hvordan AT manifesterer seg når elever arbeider gruppevis. Jeg prøver å adressere det spesifikke kunnskapshullet identifisert i kapittel 1.2.3, med et utvidet fokus på å utforske AT i samspill med elevers samhandling og bruk av teknologiske verktøy som Excel og Scratch. Dette står i kontrast til mer tradisjonelle forskningsfokus som ofte er rettet mot geometri.

Studien min vil undersøke den praktiske implementeringen av AT, i lys av fagfornyelsen som har introdusert programmering i flere fag. Derfor spør jeg:

«Hvordan manifesterer elevers algoritmiske tenkning seg når de arbeider gruppevis i matematikk?»

Selv om matematikken danner rammen, er det AT og dets uttrykk i klasserommet som er fokuset i oppgaven min. Gjennom denne problemstillingen håper jeg å kaste lys over betydningen av samarbeid, teknologi og læringsprosessen i forbindelse med AT.

1.4 Oppgavens struktur

Kapittel 1: Innledning og Bakgrunn

Dette kapitlet setter rammene for oppgaven min ved å presentere bakgrunnen for forskningen, problemstillingen, og en gjennomgang av de sentrale begrepene. Dette inkluderer en diskusjon av relevansen av AT i lys av den norske fagfornyelsen. Kapitlet avsluttes med en presentasjon av oppgavens struktur.

Kapittel 2: Litteraturgjennomgang

Her utforskes internasjonal forskning relatert til AT, med spesielt fokus på hvordan det anvendes i matematikkundervisningen. Kapitlet tar for seg både teoretiske perspektiver og tidligere empiriske studier.

Kapittel 3: Teoretisk Rammeverk

Dette kapitlet diskuterer oppgavens teoretiske grunnlag, herunder sosiokulturelle perspektiver på læring, medierende artefakter, samarbeidslæring, CSCL og en introduksjon til programmene Excel og Scratch. Dette teoretiske rammeverket danner grunnlaget for analysen av dataene som samles inn.

Kapittel 4: Metodologi

I dette kapitlet presenteres det vitenskapsteoretiske ståstedet og den metodiske tilnærmingen jeg har valgt. Det inkluderer detaljer om datainnsamling, analysemetoder, samt vurderinger av validitet, reliabilitet og forskningsetikk.

Kapittel 5: Funn og Diskusjon

Her presenteres og diskuteres mine hovedfunn. Analysen vil være forankret i studiens teoretiske rammeverk og vil adressere oppgavens problemstilling, samtidig som den forholder seg til tidligere forskning.

Kapittel 6: Konklusjon og Videre Forskning

Det siste kapitlet oppsummerer mine hovedfunn, reflekterer over implikasjoner og begrensninger, og foreslår mulige retninger for videre forskning.

2.0 Litteraturgjennomgang

I dette kapitlet presenteres nøkkellitteraturen som danner grunnlaget for min oppgave. For å identifisere relevant litteratur benyttet jeg EBSCO Host, hvor jeg konsulterte databasene: Academic Search Ultimate, Education Source, ERIC: Education Resource Information Center, SocINDEX og Teacher Reference Center. Søkeordene som ble benyttet var: Secondary school, CT, programming, math og STEM, med intensjonen å identifisere artikler som fokuserte på kombinasjonen av ungdomsskole, matematikk og AT.

Jeg avgrenset litteratursøket ved å ekskludere forskning basert på kriterier som: ikke-engelsk språk, manglende definert tilnærming til AT, ikke fagfellevurderte kilder, fokus på videregående eller høyere utdanning, samt spesifikke fokuser som eksempelvis begavede elever, slumområder eller tilrettelagte klasser. Dette ble utført for å beholde et klart fokus og sikre at funnene mine ikke ble påvirket av irrelevante variabler eller situasjoner.

355 artikler ble først identifisert via EBSCO host. Etter eliminering basert på kriteriene, satt jeg igjen med 188 artikler. En manuell vurdering av artiklene basert på relevans og innhold reduserte dette antallet videre, resulterende i et endelig utvalg av 24 artikler. Disse artiklene utgjorde fundamentet for videre nøsting og den påfølgende forskningsprosessen som førte til inkluderingen av 15 nye artikler. Til sammen så ble litteraturgjennomgangen min basert på 39 artikler.

Gitt de sprikende perspektivene og varierende tilnærminger til AT i litteraturen (Kiliç, 2022), er det viktig å etablere en klar forståelse av de underliggende begrepene. Forskjellene i definisjon og bruk av AT kan påvirke metoden og tolkningen av funn, noe som understreker behovet for en grundig analyse av hvordan AT blir forstått i forskjellige kontekster. Målet med litteraturgjennomgangen var å forstå hvordan begrepet AT ble forstått i internasjonal forskning.

2.1 Algoritmisk Tenkning

Historien bak begrepet AT kaster lys over hvorfor det er viktig å utforske dette konseptet nærmere. I arbeidet mitt med litteraturgjennomgangen var det spesielt tre navn som dukket opp i forhold til hvor begrepet AT oppstod, disse personene var Perlis, Papert og Wing. Perlis argumenterte allerede i 1962 for at universitetsstudenter, ifra alle disipliner, hadde behov for å lære programmering og at programmering var et steg i riktig retning for å forstå «*the*

theory of computation» (Guzdial, 2008). «*The theory of computation*» som vi kan oversette med beregningsteorien på norsk er et fagområde innen datavitenskap som studerer grunnleggende prinsipper for hva som kan og ikke kan beregnes av datamaskiner, inkludert analyser av algoritmer, kompleksitet og beregnbarhet (Aho, 2012, s.833). Aho skriver også at dette fagområdet fortsatt er en av hovedområdene i datavitenskap.

Det første programmet som bygget på beregningsteorien var LOGO, utviklet av blant annet Papert (Weintrop et al., 2016). LOGO er et programmeringsspråk utviklet med et eksplisitt mål om å sette barn i førersetet av sin egen læring og utforskning ved å gi dem muligheten til å programmere og dermed kontrollere datamaskinen. Dette var et merkbart skifte fra datidens rådende teknologi, som ofte var styrende og begrenset brukerens kreative kontroll (Papert, 1980, s.19). Tidlig på 80 tallet definerte Papert AT som evnen til å tenke som en datamaskin (Zhang et al., 2021). I nyere tid blir Wing sett på som personen som har brakt begrepet AT frem i dagens forskning (Astrachan, 2009).

«The child programs the computer. And in teaching the computer how to think, children embark on an exploration about how they themselves think. The experience can be heady: Thinking about thinking turns the child into an epistemologist, an experience not even shared by most adults» (Papert, 1980, s.19).

Over ser vi et sitat fra Papert (1980) som forklarer en av hovedideene hans som er at et barn som lærer å programmere vil selv legge ut på en reise som lærer barnet om seg selv. Det å tenke på det å tenke mente Papert at kunne få barnet til å fungere som epistemologer. Papert beskriver i denne sammenhengen barn som lærlinger av epistemologer som lærer barna å tenke tydelig om tenking (Papert, 1980, s.27).

En av de mest innflytelsesrike personene på området AT er Wing, og flere ser på henne som den som brakte begrepet AT frem i dagens lys (Astrachan, 2009; Lapawi & Husnin, 2020). Wing (2006, s.33) definerte AT som følger:

«Computational thinking involves solving problems, designing systems, and understanding human behavior, by drawing on the concepts fundamental to computer science.»

Wing (2006, s.35) fremhevet at AT er for alle og vil gjelde overalt. Og at AT først vil være en realitet når konseptet er så intrigert at vi ikke lenger tenker på det som et egent felt. Videre

har Wing forsket på AT og understreker at det ikke bare handler om programmering, men også om å anvende datavitenskap for å forstå og forklare menneskelig adferd (Wing, 2006; Wing, 2008).

I 2010 introduserte Wing (2010) en ny definisjon av AT, der hun beskriver AT som en tankeprosess som formulerer problemer og løsninger på en måte som er effektiv for en informasjonsbehandler å følge. Året etter bemerket Wing (2011) at AT er en mental aktivitet som kan løse problemer ved hjelp av både mennesker og maskiner, eller en kombinasjon av begge. Hun la vekt på at abstraksjon var den viktigste høynivå tenkemåten innen AT, der abstraksjon brukes til å representere mange objekter og skjule irrelevante forskjeller mellom dem. Til slutt understrekte Wing (2014) at AT handler om å tenke som en datavitenskapsmann.

For min del opplever jeg flere ganger Wing sine tanker som vanskelige å følge. Hun har mange ideer som ikke sier så mye om hvordan man kan få til ideene hennes. Her er et utdrag fra Wing (2006, s.33) som illustrerer poenget mitt:

«Computational thinking is thinking recursively. It is parallel processing. It is interpreting code as data and data as code. It is type checking as the generalization of dimensional analysis. It is recognizing both the virtues and the dangers of aliasing, or giving someone or something more than one name».

Hvordan kan disse utsagnene være noe som gjelder for alle overalt? Første setning om å tenke rekursivt er noe vi finner igjen i datavitenskapen og støtter påstanden hennes om å anvende datavitenskap for å forstå og forklare menneskelig adferd. Men for eksempel setningen *«It is type checking as the generalization of dimensional analysis»* som vi finner i sitatet over er vanskeligere å følge. Her benytter hun begreper fra datavitenskap, fysikk og ingeniør-fag sammen. Hennes ideer fremstår som ambisiøse, men de mangler ofte en tydelig definisjon av hva hun mener eller hvilke tiltak som kreves for å implementere hovedtanken om at AT skal være relevant for alle, og at prinsippene bør integreres i alle områder, slik at vi ikke lenger trenger et eget begrep for AT. Under følger flere forskere sine definisjoner på AT, mange av konseptene blir bedre forklart ved at mer informasjon om hva forfatterne legger i hvert begrep blir presentert. Dette gjør begrepet AT mer håndfast og lettere å ta tak i for min del i forhold til kun Wing sine definisjoner.

Aho (2012) definerer AT som en tankeprosess som innebærer representasjon av løsninger ved hjelp av datamaskinbaserte operasjoner og algoritmer, noe som er i samsvar med Wing (2010) sin definisjon. Kalelioglu et al. (2016) identifiserte de tre mest aksepterte komponentene innenfor AT som abstraksjon, algoritmebehandling og problemløsning.

Noen forskere mener at AT er en egenskap som er fundamental for alle mennesker, ikke bare innenfor datavitenskapen (Margulieux & Yadav, 2021). Andre forskere har også gitt en mer detaljert beskrivelse av hva de anser som viktige elementer i AT. For eksempel, Grover og Pea (2013) påpeker at forskere benytter seg av algoritmebehandling, abstraksjon, dekomposisjon, generalisering og feilretting i arbeidet med AT. Shute et al. (2017) beskriver flere ferdigheter knyttet til AT i mer detalj. Disse inkluderer evnen til å bryte ned problemer i mindre deler (dekomponering), identifisere viktige konsepter og informasjon (abstraksjon), utvikle trinnvise løsningsmetoder (algoritmebehandling) og identifisere og rette feil i koden (feilsøking). En annen viktig ferdighet er iterering, som innebærer å gjenta prosessen med å løse et problem for å forbedre løsningen. Flere forskere trekker frem begrepet generalisering som en sentral del av AT, som er evnen til å finne en generell løsning som kan brukes på lignende problemer (Sirakaya et al., 2020), i kontrast til Wing (2010, 2011) som kun nevner generalisering som en del av abstraksjon og ikke som et eget konsept. Lye og Koh (2014) vektlegger også aspekter som løkker, valg, underrutiner, feilsøking, oppdeling og variabler fra datavitenskap i forståelsen av AT. Hsu et al. (2018) konkluderte i sin artikkel med at abstraksjon, algoritmer og automatisering er de mest anvendte komponentene innenfor AT-ferdigheter.

Wing skrev om problemløsning som et viktig aspekt av AT og vi finner dette gjengående i litteraturen jeg har lest. To artikler, Israel et al. (2015) og Curzon (2015), definerer AT som henholdsvis å bruke datamaskiner for å formulere ideer og utvikle programmer, og å løse problemer for mennesker. Bocconi et al. (2016) beskriver AT som en systematisk tilnærming til problemløsning som bruker logisk tenkning til å organisere og evaluere data, identifisere mulige løsninger, og generalisere og overføre denne tilnærmingen til lignende situasjoner. Korkmaz et al. (2017) understreker også nøkkelkomponentene i AT, som inkluderer kreativitet, algoritmebehandling, samarbeid, kritisk tenkning, problemløsning og kommunikasjon. Disse ferdighetene bidrar til å styrke en datamaskins evne til å løse problemer som er designet av mennesker, ved å utnytte menneskelig kreativitet og kritisk

tenkning for å identifisere og beskrive problemløsningsmetoder som datamaskiner kan hjelpe med (Sirakaya, 2020). Weintrop et al. (2016) fokuserer på ferdigheter innenfor AT, som utholdenhet ved arbeid med utfordrende problemer, evnen til å dele opp problemer i mindre deler og evnen til å omformulere utfordringer til mer håndterbare problemer.

I noen artikler, eksempelvis Chongo et al. (2020), kommer det frem et viktig begrep som er at AT også er en tankeprosess. Chongo et al. peker her på at begrepet AT hovedsakelig refererer til en kognitiv prosess og et verktøy for problemløsning som benytter seg av datamaskinkonsepter, enten med eller uten faktisk bruk av en datamaskin. Selby og Woollard (2013) presenterer en definisjon som inkluderer tankeprosesser knyttet til abstraksjon, oppdeling i mindre deler, algoritmisk design, evaluering og generalisering. Denning (2009) forklarer at AT involverer tankeprosesser på flere nivåer av abstraksjon, utvikle algoritmer ved hjelp av matematikk og utforskning av hvordan løsninger fungerer på forskjellige problemstørrelser.

I min gjennomgang av litteraturen observerte jeg en overgang fra å tenke som en datamaskin til å heller tenke som en person som benytter datamaskinen som et verktøy. Dette perspektivet finner vi tidlig hos Wing (2006), som argumenterer for at å tenke som en datavitenskapsmann ikke bare handler om programmeringsferdigheter, men også om å kunne operere og forstå på flere abstraksjonsnivåer.

Datamaskinens prosesser har blitt en integrert del av vår menneskelige verktøykasse med fokus på problemløsning (Wing, 2006). Forskere har ulike perspektiver på hvordan man bør definere det å tenke innen AT, enten som å tenke som en datamaskin, en vitenskapsmann eller en informatiker. Imidlertid har jeg observert en felles forståelse blant forskere om at AT involverer en tankeprosess. Dette synet støttes av Selby og Woollard (2013), som fant at begrepene tankeprosesser, abstraksjon og dekomponering går igjen i deres forskning.

En trend i mye av litteraturen jeg har utforsket, er fokuset på problemløsning innen AT, hvor prosessen involverer identifisering, analyse og løsning av problemer gjennom bruk av ulike strategier og verktøy (Bocconi et al., 2016). Dette omfatter blant annet logisk organisering og analyse av data, bruk av abstraksjon gjennom modeller og simuleringer, formulering av problemer på en måte som gjør dem løsbare ved hjelp av datamaskiner, samt generalisering som innebærer å tilpasse løsninger til et bredere spekter av problemstillinger. Videre er

automatisering av løsninger, som innebærer en nøye planlagt serie av trinn eller instruksjoner for å utføre oppgaver automatisk, også et viktig element i tilnærmingen til problemløsning (Bocconi et al., 2016). Problemløsning fokuserer også på å anvende logisk resonnement, kritisk tenkning og eksperimentering for å finne og implementere de beste løsningene på komplekse problemer (Korkmaz et al., 2017).

Abstraksjon innebærer å identifisere og fokusere på de viktigste egenskapene, ideene eller mønstrene i en situasjon eller problemstilling, samtidig som man ignorerer unødvendige detaljer for å forenkle og forbedre forståelsen og løsningen (Wing, 2011). Generalisering handler om å identifisere gjentakende mønstre, felles egenskaper eller strukturer som gjelder for flere problemer og bruke dem til å løse nye situasjoner (McKenney & Reeves, 2019). Dekomposisjon handler om å bryte ned et komplekst problem eller en oppgave i mindre og mer håndterbare deler for å lettere forstå og løse dem (Selby & Woollard, 2013). Feilretting omfatter systematisk identifisering og adressering av uventede problemer i tekniske prosesser og systemer.

2.1.1 AT i Norge del 2

I kapittel 1.2 introduserte jeg grunnleggende aspekter innen AT i Norge. Her ser vi videre på konseptene fikling, skaping og feilsøking, som belyst gjennom litteraturgjennomgangen.

Dohn (2020) kom frem til at for streng struktur på oppgavene elevene jobbet med førte til at elevene mistet interesse for programmering i Scratch. Forslaget til Dohn var å bytte ut sterkt strukturerte oppgaver med guidet fikling, som hadde mer rom for å benytte egen fantasi. I artikkelen hans ble guidet fikling sett på som en mellomting til streng struktur og helt åpne oppgaver hvor elevene selv må finne på hva de skal gjøre. Dohn konkluderte med at for strenge rammer på oppgavene kan ha en negativ effekt på interessen til studentene, også i programmer som Scratch.

Papert (1980) skrev at når elever lagde egne produkter kunne både læreren og eleven bli genuint begeistret for produktet. Papert beskrev at en lærer kan vise glede over at et barn har fått til en oppgave i en matematikktime, mens det vil være vanskelig å se for seg at både lærer og elev blir begeistret over å ferdiggjøre en liten ferdighetsoppgave i timen. Videre beskriver forfatteren at denne genuine begeistring ofte skjedde i programmet Logo der elevene skapte noe nytt i forhold til å kun trene på en ferdighet innen matematikk. Her er

Papert sin grunnide at elevene skulle ha autonomi til å skape egne løsninger og burde jobbe i kreative miljøer.

Feilsøking involverer klar definering av problemet, isolering av feilkilden gjennom metodisk testing, og testing av løsninger ved å reprodusere problemet (Weintrop et al., 2016). I sammenheng med AT kan vi forenklet se på feilsøking som å støte på et problem i en oppgave, forstå hva problemet er slik at vi kan prøve å løse det selv eller spørre andre om hjelp, og så løse problemet. Feilsøking er en iterativ prosess og elevene må forstå programmet de jobber med for å kunne finne feilen og utforme en hypotese til hvordan feilen kan løses (Kaufmann & Stenseth, 2021). Forfatterne kobler dette til matematikk ved å si at elevene må utvikle kritisk tenkning, og for å utføre effektiv feilsøking i matematikk må elevene ha en grunnforståelse for problemet de jobber med. Feilsøking er den delen av AT vi kan dra mest nytte av og kan sammenlignes med det å sjekke sitt eget arbeid (Margulieux & Yadav, 2021, s.41).

2.2 AT i matematikk

I krysningen mellom matematikk og AT kan vi finne områder hvor disse støtter opp og beriker hverandre. Matematikkens strenge logikk og strukturerte problemløsning møter AT sin innovasjon og prosesseringskraft i form av teknologien som eksempelvis kan hjelpe med å engasjere og motivere elever. Pei et al. (2018) argumenterer for at matematisk læring og AT har et gjensidig støttende forhold og at integreringen av AT i matematikk er engasjerende og motiverende måte å lære på.

For eksempel bidrar Lattice Land, et dynamisk geometriprogram, til at elever kan utforske matematiske begreper ved å konstruere segmenter og polygoner. Dette fremmer en utvidet forståelse og kreativitet. Pei et al. (2018) har observert at bruk av Lattice Land gir elevene mulighet til å visualisere problemer på nye måter, noe som fører til kreativ problemløsning og innsiktsfulle oppdagelser. Forskningen deres viste også at elevene var villighet til å dele sine visualiserte problemer med andre. Dette illustrerer til sammen programmets verdi som et pedagogisk verktøy.

En annen ressurs er Sketchpad, som Sinclair og Patterson (2018) har analysert som en plattform for å styrke AT i matematikk. De påpeker lærerens kritiske rolle i utformingen av oppgaver som gjenspeiler både geometriske prinsipper og AT. Forfatterne fremhever at

Sketchpad har potensialet til å engasjere elevene i AT, men at effektiv bruk krever pedagogisk finesse for å binde sammen geometri og programmering.

Nye programmer og teknologier har ført til viktige spørsmål om vurdering i utdanningen. Hvordan bør lærere evaluere elevenes ferdigheter når de bruker slike programmer? Skal vurderingen fokusere på bruken av programvaren, forståelsen av kodekonstruksjon, eller måling av deres AT-ferdigheter? Dette dilemmaet ble diskutert av Kaufmann og Stenseth (2021) i sammenheng med problemløsning. De pekte på betydningen av å vurdere om programmeringen bidrar til en dypere forståelse av matematikk eller om matematikk brukes som et middel for å forbedre programmeringsferdigheter. I denne sammenhengen må lærere også kunne velge blant digitale verktøy og ta beslutninger om hvilke verktøy som passer best for spesifikke formål og når de skal introduseres for ulike elevgrupper (Fagerlund et al., 2020).

Bråting og Kilhamn (2021) skriver at programmeringen må læres med utgangspunkt i matematikken og ikke bare programmering i seg selv. For at matematikken skal være i fokus blir det viktig at matematikklærerne nå også lærer seg programmering. Førsteamanuensis Kaufmann sier i et intervju at mange lærere har manglende programmeringskompetanse (Johansen, 2020). Kaufmann sier også at det finnes få studier som tar for seg effekten av programmering i matematikken og hvordan programmering kan integreres. Det som vil være avgjørende for en vellykket integrering av programmering i undervisningen er kompetansen til lærerne (Kaufmann & Stenseth, 2021). Dette synet støttes av forskningen til Fessakis og Prantsoudi (2019) som så på læreres holdninger om å ta i bruk AT i sine fag.

Fessakis og Prantsoudi (2019) oppdaget at lærernes holdninger til AT var positive, men lærerne selv var usikre på egne ferdigheter og etterlyste mer relevant opplæring. En grunnleggende forståelse av programmering blir ansett som en nødvendighet for lærere som skal integrere denne tilnærmingen i undervisningen. Zhang et al. (2021) argumenterer for at lærernes videreutdanning bør legge større vekt på praktiske øvelser fremfor teoretiske forelesninger, med et tydelig fokus på dynamikken mellom lærer og elev og aktiviteter i klasserommet for å forbedre undervisningsevnen.

Når lærernes kompetanse i programmering er sikret, blir det neste skrittet å utforske hvordan programmering kan flettes sammen med matematikkfaget på en produktiv måte.

Bråting og Kilhamn (2021) tar for eksempel opp ord som *algoritmer* og *variabler*, som har overlappende betydninger i både programmering og algebra. I matematikkundervisningen kan elever allerede finne konseptet med en variabel utfordrende, og dermed krever innføring av begrepet variabler innen programmering at lærere formidler dette klart.

Problemstillingen rundt gamle kontra nye terminologier understreker betydningen av bevissthet om de forskjellige kontekstene der begrepene anvendes. En klar og konsistent definisjon av disse vil være essensiell for å unngå forvirring nå som programmering blir integrert i matematikkundervisningen.

I fremtiden vil det være et økende behov for en dypere forståelse av teknologi og dens påvirkning på samfunnet og sosiale utfordringer (Kafai & Bruke, 2013). AT har potensiale for å styrke samarbeid, kreativitet, kommunikasjon, praksiser og perspektiver (Valls Pou et al., 2022). Forfatterne konkluderte med tverrfaglig AT i flere fag, som matematikk, naturfag og teknologiske fag, vil være nødvendig fremover og i tillegg ha en ekstra verdi for skolene.

3.0 Teoretisk rammeverk

Dette teoretiske rammeverket tar utgangspunkt i den nåværende norske læreplanen, LK20. Læreplanens overordnede del legger vekt på viktigheten av sosial opplæring, og peker på skolens ansvar for å fremme ikke bare elevenes faglige, men også deres sosiale utvikling gjennom daglige interaksjoner, som understreket av Kunnskapsdepartementet (2017).

Ifølge Utdanningsdirektoratet (u.å.f) foregår sosial læring både i undervisning og gjennom andre skoleaktiviteter, hvor elevenes identitet, selvilde og holdninger formes. Opplæringen tilbyr elevene muligheter til å utvikle seg og få danning. Danning oppstår gjennom innsikt og kunnskap om varierte områder som språk, historie, samfunn, arbeidsliv og kunst, og realiseres i samhandling med andre samt gjennom estetisk og fysisk utfoldelse.

I henhold til den norske læreplanen er det et overordnet mål for skoler i Norge å veilede elevene til å reflektere over egen læring, forstå egne læringsprosesser, og bli selvstendige og motiverte. Dette innebærer en oppfordring til elevene om å tenke kritisk om egen utvikling, anvende ulike læringsstrategier, og aktivt delta i egen læringsprosess. Med en helhetlig tilnærming til opplæringen legges det til rette for livslang læring hos alle elever.

Læreplanen i matematikk fremhever spesielt matematisk problemløsning og utfordrer elevene med ukjente problemstillinger. Det er i møte med disse utfordringene, der svarene ikke er gitt på forhånd, at utforskende læring viser seg særlig effektiv (Utdanningsdirektoratet, u.å.d).

Med fokus på sosialisering, læring og problemløsning i matematikk, har jeg valgt å forankre min forskning i et sosiokulturelt perspektiv. Dette perspektivet tillater en dypere forståelse av interaksjonen mellom elever og lærere i klasserommet. Jeg vil utforske de kulturelle verktøyene som elevene bruker og undersøke samarbeidslæring i en teknologisk kontekst.

3.1 Sosiokulturell tilnærming til læring

I en sosiokulturell tilnærming understrekes det hvordan læring skjer ved samspill med andre og deltakelse i kulturelle aktiviteter. Kultur i denne konteksten defineres ved Schackt (2019) som felles tankegang, kommunikasjonsmåter og sosiale praksiser som karakteriserer et samfunn eller en gruppe. Disse faktorene formidler hvordan vi lærer og samhandler. Som Jeong og Hartley (2018, s.335) bemerker: «*In the socio-cultural framework, thinking and*

learning is not possible without critical interaction». Dette indikerer at læring og forståelse oppstår gjennom dialogen mellom deltakere. Denne dialogen formes også av kontekstuelle faktorer som fysiske omgivelser, kulturelle normer og sosiale forhold (Jeong & Hartley, 2018, s.335). Derfor, i den sosiokulturelle tilnærmingen, ses læring ikke kun som et internt individuelt fenomen, men som en prosess som skjer i samspill med omgivelsene.

Rasmussen og Ludvigsen (2010) poengterer at tradisjonelle forskningsmetoder innen adferds- og kognisjonsstudier, som individuelle tester, ikke tilstrekkelig vurderer en persons evne til problemløsning, særlig i samarbeid med andre. For en dypere innsikt i læring, er det essensielt å undersøke hvordan folk samhandler og anvender kulturelle verktøy i diverse kontekster.

I sosiokulturell tilnærming er målet med forskningen å forstå læring ved å studere hvordan grupper samarbeider for å løse oppgaver. Rasmussen og Ludvigsen (2010, s. 403) understreker viktigheten av å undersøke sosialiseringen i grupper, med særlig fokus på bruken av kulturelle verktøy i ulike settinger.

Når elever samarbeider to og to, er interaksjonsdynamikken primært bestemt av forholdet mellom elevene. Med kun to aktører i samtalen kan de individuelle styrkene, svakhetene og kunnskapsnivåene til hver elev kunne komme mer fremtredende frem. Dillenbourg (1999) fremhever at to individer sjelden har identisk kunnskap og i en duo vil derfor kunnskapsfordelingen kunne variere avhengig av tema. I denne konteksten kan elevene ofte skifte roller, der en gir støtte mens den andre mottar den, og omvendt.

3.2 Medierende artefakter

Mediering sentrerer seg rundt bruk av medierende artefakter, som også er kjent som kulturelle verktøy (Miller, 2011, s.294) eller medierende verktøy/tegn-systemer (Vygotsky, 1978). Videre i denne oppgaven vil jeg konsekvent benytte begrepet *medierende artefakter* fremover. Vygotsky (1978) kategoriserer disse artefaktene som enten fysiske eller intellektuelle. For at et objekt skal regnes som et medierende artefakt, må det aktivt inngå i lærings- eller kognitive prosesser. For eksempel kan et armbåndsur fungere som et medierende artefakt når en person bruker det for å organisere arbeidstiden sin og holde seg til en tidsplan. Derimot er uret ikke et medierende artefakt hvis det kun tjener som et motetilbehør eller kun gir tidspunktet.

Fysiske artefakter er gjenstander vi kan berøre. I et klasserom kan dette inkludere datamaskiner, penner, papir, terninger og andre håndgripelige objekter. På den annen side er intellektuelle artefakter mer abstrakte; de består av elementer som tale, skriftspråk, tallsystemer og andre immaterielle begreper. Likevel må disse intellektuelle artefaktene, på lik linje med de fysiske, spille en aktiv rolle i en persons tankeprosess eller læring. Vygotsky (1978, s7) poengterer at slike intellektuelle medierende artefakter utvikles gjennom menneskehetens historie og endres parallelt med samfunnets kulturelle utvikling. I denne oppgaven vil jeg eksemplifisere teknologiens rolle i et klasserom gjennom nettbrettet elevene benyttet. Disse nettbrettene, som fysiske artefakt, har blant annet programmet Excel installert. Innenfor Excel finnes det intellektuelle artefakter som formler, funksjoner, muligheten for samskriving og programmets visuelle design. Samskriving refererer til muligheten for at flere personer kan samarbeide og arbeide i samme dokument samtidig. Ludvigsen og Mørch (2010) påpeker at teknologiske verktøy kan tjene som medierende artefakter som forsterker samarbeid. For å fullt ut forstå denne teknologiske medieringen, må man vurdere hvordan individer benytter teknologien i deres spesifikke kontekst (Rasmussen & Ludvigsen, 2010).

3.2.1 Tidligere forskning på medierende artefakter

Cierniak et al. (2009) så på hvordan «split-attention»-effekten kan påvirke læringsopplevelsen. «Split-attention» er fenomenet hvor den fysiske integreringen av verbale og billedlige informasjonskilder forsterker læring, sammenlignet med når de er fysisk adskilt (Cierniak et al., 2009, s.315). Denne effekten oppstår når elevenes oppmerksomhet er delt mellom flere kilder til informasjon, noe som kan føre til en unødvendig økning i kognitiv belastning. Deres forskning viste at elever som ble utsatt for adskilt informasjon, som kun muntlig forklaring uten visuell støtte, hadde en høyere kognitiv belastning sammenlignet med elever som mottok kombinert muntlig og visuell informasjon.

3.3 Mediering i en sosiokulturell kontekst

I dette kapitlet vil jeg introdusere begrepet mediering og dets relevans innen en sosiokulturell ramme for mitt forskningsarbeid. Mediering dreier seg om hvordan individer enten trekker støtte fra andre eller anvender diverse medierende artefakter og prosesser i problemløsning (Vygotsky, 1978). Wertsch (1991) poengterer at mediering, i en sosiokulturell sammenheng, er sentralt for å forstå hvordan menneskers handlinger er

rotfestet i historiske og kulturelle forhold. For å virkelig forstå mediering i denne konteksten, må vi betrakte individet som utfører handlingen, selve handlingen, og det medierende artefaktet de bruker, som deler av en helhet.

Når man bruker et artefakt, blir individet referert til som en «*medierende agent*». Slike agenter kan være både lærere og medelever. Som Wertsch (1991, s.120) fremhever, danner både agenten og det anvendte artefaktet en sammenhengende enhet. Når vi ser dette i lys av teknologi, kan slike medierende agenter også være programvare og annen teknologi som forsterker pedagogisk praksis (Rasmussen & Ludvigsen, 2010, s.418).

For å forstå forholdet mellom en medierende agent og det anvendte artefaktet, fremlegger Wertsch (1991, s.12) en metode: Man bør først identifisere hvem som utførte en bestemt handling, og dernest se på hvilke artefakter vedkommende brukte. Wertsch poengterer at mennesker kontinuerlig bruker slike artefakter, og at disse artefaktene samtidig former individets handling.

Videre illustrerer Wertsch (1998) kompleksiteten i forholdet mellom agenten og artefaktet med et tankevekkende eksempel (forenklet for klarhets skyld basert på Wertsch sitt opprinnelige eksempel). Tenk deg regnestykket $3 * 4$, som mange kan løse mentalt. Derimot vil $387 * 723$ representere en større utfordring for de fleste. Når vi bruker en kalkulator for å løse denne oppgaven, oppstår spørsmålet: Hvem er den medierende agenten? Er det personen som trykker på tallene, eller er det kalkulatoren som beregner svaret? Wertsch (1998, s.29) foreslår en integrert tilnærming: «*I and the cultural tool I employed did*». Hovedbudskapet er å unngå å skille strengt mellom individet og artefaktet, men i stedet betrakte dem som en samlet enhet som utfører en handling.

3.4 Samarbeidslæring

På bakgrunn av kapittel 3.1 vil jeg argumentere for at samarbeidslæring, som en sentral pedagogisk tilnærming, passer godt sammen med sosiokulturell teori om læring. Selv om selve begrepet kan variere i definisjon avhengig av fagområdet det anvendes på (Dillenbourg, 1999), er dets grunnleggende idé i tråd med sosiokulturell forståelse av læring.

Innenfor sosiokulturell teori ansees læring som en sosial prosess, hvor individer tilegner seg kunnskap og ferdigheter ved å interagere med andre innenfor en kulturell ramme.

Samarbeidslæring er en avspeiling av denne tilnærmingen, der fokus ligger på felles læring

mellom flere deltakere. Det dreier seg ikke bare om samarbeid for å løse bestemte oppgaver, men også om å etablere solide sosiale bånd samtidig som man arbeider på en produktiv måte (Jeong & Hartley, 2018).

Videre viser forskningen at samarbeid ofte er mer vellykket mellom individer med lik sosial status, i motsetning til de med betydelige statusforskjeller (Dillenbourg, 1999). Status, i denne sammenhengen refererer til den sosiale posisjonen, erfaringene og rollene som deltakerne har i klasserommet. For eksempel vil en lærer og en elev representere en slik ulikhet i status innad i et klasserom.

Med den økende tilgjengeligheten av digital teknologi, slik som datamaskiner i klasserommet, har samarbeidslæring også opplevd betydelige forandringer. For å se på sammenhengen mellom datastøttet teknologi og samarbeid i et klasserom vil neste kapittel utforske hvordan teknologi og samarbeid kan komme sammen i et moderne klasserom.

3.5 CSCL

Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL), eller datateknologistøttet samarbeidslæring på norsk, er et forskningsfelt som undersøker hvordan informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) kan fremme læring i grupper. Dette gjelder både for grupper som arbeider sammen på ett sted eller som samarbeider på tvers av geografiske avstander (Ludvigsen & Mørch, 2010). CSCL ser også på forståelsen av handlinger og aktiviteter som formidles via IKT.

I utdanningssektoren varierer CSCL-anvendelser fra generelle samarbeidsmiljøer, som diskusjonsforum, til mer spesialiserte verktøy for bestemte fagområder (Ludvigsen & Mørch, 2010). Målet med CSCL er å formidle kunnskap og ferdigheter essensielle for deltakelse i dagens kunnskapssamfunn, i tråd med de grunnleggende ferdighetene som styrker læring.

I dette kapitlet vil jeg se på CSCL i et sosiokulturelt perspektiv, og beskrive hvordan teknologiske verktøy og plattformer tjener som medierende artefakter i undervisnings- og læringsprosessen. Fokus er på mediering og oppmuntring til sosial interaksjon i gruppebasert læring, som videre kan fremme individuell læring (Stahl et al., 2014).

I vår digitale tidsalder har teknologien blitt en uunnværlig del av undervisningen, og det er viktigere enn noensinne at elever utvikler ferdigheter som kreativitet og samarbeid for å

møte de stadig skiftende kravene i arbeidslivet (Juškevičienė et al., 2021). I denne sammenhengen spiller teknologien en avgjørende rolle, da den kan gi elever muligheten til å engasjere seg i autentiske problemer hentet fra den virkelige verden, og samtidig føle eierskap til sin egen læring.

Når datamaskiner kobles sammen, tjener de først og fremst som kommunikasjonsverktøy (Stahl et al., 2014). Dette inkluderer plattformer som diskusjonsforum, chat, videokonferanser, direktemeldinger og e-post. Disse verktøyene er kritiske i CSCL, hvor flere av dem ofte kombineres i samme system (Stahl et al., 2014). På bakgrunn av dette kan vi si at datamaskiner har iboende muligheter for kommunikasjon for å styrke samarbeid i gruppearbeid.

I samsvar med sosiokulturelle læringsteorier, er elevinteraksjon kjernen av læringen i CSCL. Gjennom samarbeid, læring fra hverandre, observasjon av læringsprosesser og spørsmålstilling, oppnår elever forståelse og kunnskap (Stahl et al., 2014). CSCL innebærer bruk av ulike teknologiske artefakter for å støtte samarbeidslæring. (Ludvigsen & Mørch, 2010).

I min studie fokuserer begrepet CSCL på samarbeid innen små grupper, hvor alle deltakere er fysisk til stede i samme rom, med teknologi som et medierende artefakt. Elevene jobber parvis og bruker nettbrett som sitt primære artefakt. Via nettbrettet har elevene tilgang til teknologiske hjelpemidler som Excel og Scratch, som begge fungerer som medierende artefakter. Disse programmene legger til rette for samarbeid og deling av kunnskap mellom elevene. Ifølge Stahl et al. (2014) legger CSCL vekt på viktigheten av at elever samarbeider om en oppgave, fremfor å arbeide individuelt med separate bidrag eller delt materiale.

I Excel kan vi se hvordan elevene sammen utforsker og analyserer data, samarbeider om å forstå formler og deler innsikter i tallmaterialet. Dette samarbeidet kan bidra til en dypere forståelse av matematiske konsepter og dataanalyse. Disse observasjonene vil bli nærmere analysert i analysekapittelet for å belyse hvordan samarbeid påvirker elevenes læring.

I Scratch gir programmet rom for samarbeid når det kommer til skapning og utforskning av små programmer. Elevene kan utveksle ideer, samarbeide om problemløsning og gi hverandre tilbakemeldinger på det de utvikler. I analysekapittelet vil vi se nærmere på hvordan denne samhandlingen påvirket elevenes læring og ferdighetsutvikling.

CSCL anses som en lovende metode for å forbedre matematikklæring (D'souza & Wood, 2002). I deres studie påpekte D'souza og Wood hvordan programmer som Excel kan påvirke både elevers læringsmetoder og læreres undervisningsstrategier i matematikk. Muligheten til å utforske matematiske konsepter gjennom et regneprogram ble ansett som vesentlig for fremtidig undervisning. Imidlertid fremhevet de utfordringene ved å gjøre slik teknologi tilgjengelig i alle klasserom, spesielt med tanke på tilgang til datamaskiner og nødvendig opplæring for både lærere og elever i bruk av verktøy som Excel. I den klasseromssituasjonen jeg observerte, hadde alle elever umiddelbar tilgang til de dataverktøyene de trengte for å jobbe med Excel.

Antar vi at hver elev har tilgang til nødvendig teknologi, kan neste steg bli å forstå hvordan denne teknologien best kan tjene læringsprosessen. Utover fysiske ressurser som datamaskiner og programvare, er det viktig å vurdere hvordan pedagogikken og tilnæringsmåten til lærere påvirker bruken av teknologi. Gitt den dynamiske naturen til læringsmiljøer, hvor elevens behov stadig skifter, er det avgjørende å være fleksibel i bruken av disse medierende artefaktene for å sikre optimal læring (Vogel et al., 2022).

«Many researchers agree that students need to learn “with” technology, not “from” technology, but what it means to learn “with” technology is still poorly articulated and understood» (Jeong & Hartley, 2018, s.337).

Min mening her er at teknologien må utvikles for å fungere i fellesskap med elevene. Teknologien skal ikke kun benyttes fordi den er av nyere teknologisk art, men skal ha et meningsfylt formål for læring. Teknologien burde i en CSCL sammenheng legge til rette for samarbeid og fungere som et medierende artefakt i hvordan elevene benytter verktøyene. På den måten vil teknologien kunne være en aktiv deltaker i læringsprosessene som foregår i et klasserom.

3.5.1 Tidligere forskning på CSCL

Dillenbourg (1999, s.8) påpeker at interaksjoner i samarbeidssituasjoner bør være høyt aktive, vurdert ut fra hvordan disse interaksjonene påvirker kognitive prosesser. Når to individer engasjerer seg i samarbeidslæring innen CSCL, arbeider de ofte synkront med samme oppgave, i motsetning til asynkront samarbeid hvor deltakerne kan jobbe med distinkt forskjellige deler av en oppgave, som for eksempel at én person løser oppgave 1, mens den andre tar for seg oppgave 2.

Et annet vesentlig aspekt Dillenbourg (1999) belyser, er forhandlingsnaturen til interaksjoner mellom samarbeidspartnere. Det betyr at ingen av deltakerne i et samarbeid vil forsøke å påtvinge den andre sitt synspunkt utelukkende basert på sin egen autoritet. I stedet vil de argumentere for sitt ståsted ved å rettferdiggjøre, forhandle og forsøke å overbevise den andre parten.

Dillenbourg (1999) diskuterer samarbeidets dybde ved å peke på at styrken i samarbeidet ofte kan være størst når deltakerne har samme sosiale status eller nivå innenfor en gruppe. Han påpeker også at hver form for symmetri, som kunnskapssymmetri, kan være enten objektiv eller subjektiv. Dette betyr at interaksjonene kan påvirkes av en deltakers oppfatning eller tro på sin egen eller partnerens ekspertise. For eksempel, hvis en deltaker tror at partneren er mer ekspert, kan han eller hun innta en svakere posisjon i argumentasjonen. Videre fremhever Dillenbourg at selv om ingen to individer i verden har nøyaktig samme kunnskapsnivå, kan dynamikken av hvem som er mest kunnskapsrik i et samarbeid endre seg basert på det spesifikke emnet gruppen arbeider med til enhver tid.

Rasmussen og Ludvigsen (2010, s. 417) fant tegn i sin forskning som indikerer at datateknologi og medierende artefakter alene ikke automatisk garanterer produktiv læring. Det er heller nødvendig å ta hensyn til ulike faktorer, inkludert hvordan disse teknologiene er integrert i institusjonelle praksiser og hvordan lærerne strukturerer læringsaktiviteter. Dette innebærer blant annet å definere læringsmål, fastsette teknologiens rolle i undervisningen og veilede og støtte elevene i bruken av disse teknologiene.

3.6 Problemløsning

Begrepet problemløsning er noe vi finner igjen i både AT, sosiokulturell tilnærming og CSCL. En forståelse av hvorfor problemløsning er så fremtredende kan spores tilbake til Vygotsky. Han hevdet at barn lærer mest effektivt når de løser problemer, enten under en voksens veiledning eller sammen med en jevnaldrende som har mer kunnskap (Vygotsky, 1978. s86).

Imidlertid er ikke all type problemløsning lik. Olafsen og Maugesten (2015) gjør det klart at mekanisk gjentakelse av en prosedyre, som å følge en metode læreren har vist, ikke regnes som problemløsning. Dette kan klassifiseres som ferdighetstrening og ikke problemløsning. Sann problemløsning innebærer å navigere gjennom ukjente utfordringer av en passende vanskelighetsgrad, uten å kjenne svaret på forhånd (Olafsen & Maugesten, 2015).

3.7 Digitale verktøy for programmering

3.7.1 Excel

Excel, et regnearkprogram fra Microsoft, er kjent for sin evne til å organisere, analysere og presentere data effektivt (Microsoft, u.å.). Programmets funksjonaliteter inkluderer dataanalyse, beregninger, visualiseringer, og samarbeidsverktøy, noe som Microsoft mener gjør det ideelt for profesjonell bruk.

Sanford og Naidu (2017) utforsket bruken av Excel i matematisk modellering og AT. De fant at regnearkprogrammer som Excel var særlig nyttige for visualisering av matematiske modeller ved hjelp av grafer og diagrammer. Excel tillater også organisering og lagring av data, bruk av matematiske formler, og muliggjør eksperimentering ved å endre inndata og observere resultatene. Dette gir elever en mulighet til å utforske og tilpasse ulike løsningsmetoder på en effektiv måte.

Programmering i Excel involverer å skrive funksjonsuttrykk i celler. For eksempel, ved å bruke funksjonen «fx=B8/E7» i cellen «C8», kan man hente og kombinere tall fra to andre celler (se Figur 1).

	Frekvens	Relativ Frek.	Antall totale kast	
7	1	24	15,58 %	154
8	2	22	0,142857143	

Figur 1: Skjerm bilde av funksjonsuttrykk i Excel

Inkludering av programmer som Excel i norsk skoleundervisning understrekes i grunnleggende ferdigheter. Innenfor rammene av grunnleggende ferdigheter i matematikk for trinn 1-10 inkluderes regneark på følgende vis: «*Digitale ferdigheter i matematikk innebærer å kunne bruke graftegner, regneark, CAS, dynamisk geometriprogram og programmering til å utforske og løse matematiske problemer.*» (Utdanningsdirektoratet, u.å.c).

Utdanningsdirektoratet (u.å.a) påpeker også at digital kompetanse er avgjørende for læring og deltakelse i et stadig endrende samfunn og arbeidsliv. Den digitale utviklingen påvirker lese-, skrive-, regne- og kommunikasjonsevner. Derfor er digitale ferdigheter integrert i

læringen på tvers av fagområder. Regneark som Excel styrker elevenes evne til å håndtere digitale utfordringer i både dagens samfunn og arbeidsliv ved å tilby ressurser for organisering og analyse av data, løsning av matematiske problemer og utforskning av komplekse sammenhenger. Utdanningsdirektoratet skriver videre at dette bidrar til å styrke elevenes evne til å møte de digitale utfordringene i dagens samfunn og arbeidsliv.

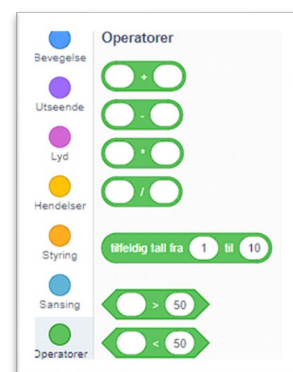
Lagrange og Erdogan (2009) påpekte at bruken av regnearkprogrammer i undervisningen ofte førte til uventede resultater. Mens forventningen var at elever skulle arbeide selvstendig med matematiske oppgaver og lærere skulle fungere som veiledere, viste det seg at lærere ofte endte opp som tekniske assistenter som veiledet elever i bruk av programvaren.

Sanford og Naidu (2017) understreket også viktigheten av datavisualisering i Excel. Evnen til å diskutere data ved hjelp av grafer, hvor elever kunne foreta kontinuerlige endringer i datasett, forbedret klasseromsopplevelsen betydelig. Denne iterative tilnærmingen bidro til aktive diskusjoner i klasserommet.

3.7.2 Scratch

Scratch, utviklet av Massachusetts Institute of Technology (MIT) og vedlikeholdt av Scratch Foundation, er et visuelt blokkprogrammeringsverktøy. Dette gratisprogrammet tilbyr et visuelt grensesnitt som muliggjør skapelsen av digitale historier, spill og animasjoner, og er spesielt utformet for å være barnevennlig (Scratch, u.å.).

Olabe et al. (2014) fremhevet at Scratch kan brukes til å løse reelle problemer utenfor skolen, noe som Utdanningsdirektoratet (u.å.d) skriver er en viktig del av matematikkundervisningen i Norge. Utdanningsdirektoratet understreker viktigheten av problemløsning i virkelige scenarier. Scratch gir muligheten for problemløsning på en enkel og morsom måte ved å kombinere blokker med kode, som ligner mer på et puslespill enn på å skrive kompleks tekstprogrammering (Erol & Çırak, 2021). Scratch gjør dette tilgjengelig ved å bruke fargede blokker for å representere forskjellige funksjoner, som for eksempel blå for *bevegelse* og rosa for *lyd*. Dette forenkler eksempelvis prosessen med å gjenkjenne matematiske operatører som benytter en grønn farge på blokkene sine (se Figur 2).



Figur 2: Skjermbilde av blokker i Scratch

Scratch er designet for å være spill- og lekfokusert (Scratch, u.å.). Prosessen med å programmere en knapp med logikk, innebærer noen få enkle steg. For eksempel, drar man en knapp ut fra *Hendelser*-menyen og definerer ønsket oppførsel med passende kodeblokker. I Figur 3 vises et eksempel der en katt sier «*hei!*» når brukeren trykker på den.



Figur 3: Skjerm bilde av et program i Scratch

Fagerlund et al. (2020) viste at Scratch er et verdifullt verktøy for å utvikle og evaluere kjerneelementer i AT blant elever. Programmet gir muligheter til å utforske logiske operasjoner, bruke løkker, implementere repeterende kodemønstre, og evaluere prosesser i programmeringsprosjekter. Scratch bidrar til å utvikle ferdigheter i logisk tenking, abstraksjon, dekomponering av problemer og algoritmebehandling.

Imidlertid fant Fagerlund et al. (2020) også at Scratch alene ikke kunne dekke alle aspekter av AT. De identifiserte spesifikke begrensninger, som effektivisering og bruk av data fra forskjellige kilder, som utfordrende å løse i Scratch. Forfatterne anbefalte derfor å supplere Scratch med andre «*generelle programmeringsverktøy*», muligens refererende til tekstbaserte programmeringsverktøy.

Dohn (2020) påpekte at elevers motivasjon for programmering kunne avta med for restriktive oppgaver. En løsning var å tillate elever å laste ned og modifisere eksisterende Scratch-prosjekter, som spill. Denne friheten til å utforske og tilpasse prosjekter utenfor den faste læreplanen viste seg å være høyt motiverende, spesielt når det gjaldt design av egne spill og animasjoner.

4.0 Metode

Gitt min masteroppgaves kontekst i MASCOT-prosjektet, vil jeg klargjøre prosjektets metodiske tilnærming og min rolle i prosjektet, før jeg går inn på mine egne metodiske valg. Dette kapittelet omhandler mine tilnærminger til datainnsamling, analyse og forskningsetiske betraktninger.

4.1 Designbasert forskning

MASCOT-prosjektet tar i bruk en metodisk tilnærming kjent som designbasert forskning (DBR). Ifølge McKenney og Reeves (2019) er DBR en forskningsmetodologi som innebærer flere iterasjoner hvor intervensjoner blir designet, implementert, evaluert, og videreutviklet i reelle utdanningskontekster. Målet med DBR er å tilby praktiske løsninger på autentiske pedagogiske utfordringer, samtidig som det bidrar til teoretisk kunnskap som kan anvendes i andre sammenhenger.

Innenfor MASCOT-prosjektet benyttes DBR med siktemål om å adressere den nåværende uoverensstemmelsen mellom læreplanmål og undervisnings- og vurderingspraksis. DBR gir en god mulighet til å utforske hvordan dette målet oppnås i praksis, og tilbyr innsikt i hvordan lignende tiltak kan implementeres i andre pedagogiske kontekster (McKenney & Reeves, 2019).

4.2 Min rolle i MASCOT-prosjektet

Innenfor prosjektet bidro jeg spesielt i fase to av DBR, hvor de fokuserte på design og utvikling av selve intervensjonene. Som en integrert del av denne fasen deltok jeg i en undervisningsintervensjon, hvor min hovedoppgave var å observere og analysere hvordan elevene arbeidet med AT. I prosessen rundt observasjonsdagene samarbeidet jeg med ledende forsker som hadde ansvaret for denne intervensjonen.

Fase	Beskrivelse av fasene
Fase 1	Analyse av praktiske problemer av forskere og praktikere i samarbeid
Fase 2	Utvikling av løsninger basert på eksisterende designprinsipper og teknologiske innovasjoner
Fase 3	Iterative sykluser med testing og forbedring av løsninger i praksis.
Fase 4	Refleksjon for å produsere « <i>designprinsipper</i> » og forbedre gjennomføringen av løsningen.

Tabell 1: Oversikt over fasene i DBR (Amiel & Reeves, 2008, s.34)

Jeg hadde frihet til å forme mine egne forskningsspørsmål i tråd med mine egne akademiske interesser. Fase én, som kommer frem av tabellen ovenfor, ble fullført før jeg begynte på min master, mens fase tre og fire vil bli gjennomført av andre forskere på et senere tidspunkt.

4.3 Gjennomføring

Jeg og to andre forskere fra MASCOT tok del i observeringen av en klasse. Klassen tilhørte en 1-10. trinns ungdomsskole med omtrent 800 elever og 100 ansatte. Klassen arbeidet med AT i programmene Excel og Scratch, som ble brukt for å undervise matematikk og programmering. Nedenfor vil jeg presentere timenes struktur før jeg beskriver oppgavene som elevene gjennomførte under observasjonene. (Fullstendige oppgavebeskrivelser finnes i Vedlegg 4).

I analysen av observasjonene fant jeg at elevene primært benyttet problemløsning som tilnærming når de arbeidet med AT. Timenes struktur fulgte et ganske fast mønster begge observasjonsdagene:

1. Læreren begynte med å friske opp elevenes kunnskap om viktige matematiske begreper for timen.
2. Læreren presenterte dagens oppgave enten i programmet Excel eller Scratch.
3. Kort diskusjon ble gjennomført med klassen med Excel eller Scratch som medierende artefakt med fokus på å involvere flest mulig elever i dagens problemstilling.
4. Læreren demonstrerte hvordan det valgte programmet kunne brukes med tanke på nyttig funksjonalitet til dagens oppgave som for eksempel dra ut blokker i Scratch eller kopiering av celler i Excel.
5. Elevene åpnet programmene de trengte for å løse oppgaven og forberedte eventuelle fysiske hjelpemidler som terninger, penn og papir.
6. Elevene arbeidet med problemstillingen gruppevis.

7. Læreren samlet opp spørsmål og presenterte felles problemer på tavlen.
8. Lærer ga elevene mer spesifikk problemstilling eller tilleggsparametere.
9. Elevene fortsatte arbeidet med oppgaven, nå med en ny forståelse.
10. Oppsamling til slutt i plenum.

Læreren viste på slutten av timen en mulig løsning på problemstillingen og ledet en plenumsdiskusjon med elevene. Her var fokuset på at elevene skulle sitte igjen med en ny forståelse og lærdom fra timen.

Hovedmålene med timene var å utforske sannsynlighet med og uten hjelp av teknologi. Første oppgave involverte samarbeid i par, der hovedmålet var å finne ut hvor mange ganger de ville oppnå 1, 2, 3, 4, 5 eller 6 øyne ved å kaste terninger. Først utførte elevene 60 fysiske terningkast per gruppe, og deretter gjorde de tilsvarende simuleringer med mer enn 1000 terningkast ved hjelp av Excel. I tillegg til å rapportere antall utfall, ble elevene bedt om å beregne den relative frekvensen for hvert av de seks utfallene i begge delene av oppgaven.

Deretter ble elevene utfordret til å sammenligne de eksperimentelle sannsynlighetene de beregnet med de teoretiske sannsynlighetene for hvert utfall. En viktig del av oppgaven var å reflektere over hvorfor det kunne være en forskjell i den eksperimentelle sannsynligheten når de brukte 500 simulerte terningkast sammenlignet med mer enn 1000 simulerte terningkast, i forhold til den teoretiske sannsynligheten for å få en femmer på et terningkast. Denne forståelsen var viktig for å gi elevene en praktisk tilnærming til sannsynlighet og programmering, samtidig som det utfordret dem til å tenke kritisk om resultatene og årsakene til eventuelle avvik mellom de eksperimentelle og teoretiske sannsynlighetene.

Målene for første time var:

1. Kunne bruke og forklare begrepene gunstige utfall, frekvens, relativ frekvens og mulige utfall.
2. Kunne beskrive og gjennomføre et enkelt sannsynlighetseksperiment og simulering.

Elevene dokumenterte resultatene i et Excel-dokument som var satt opp for samskriving.

Figur 4: Skjerm bilde av samskriving i Excel, datagrunnlag

Øyne	Frekvens	Relativ frekvens	Totale kast
1	100	17,48 %	572
2	94	16,43 %	
3	67	11,71 %	
4	68	11,89 %	
5	92	16,08 %	
6	90	15,73 %	

Figur 5: Skjerm bilde fra Excel, utregning av datagrunnlaget

Figurene ovenfor viser et utdrag fra datagrunnlaget (Figur 4) og en utregning av talldataene (Figur 5). Samskrivingen i dokumentet indikeres i Excel ved hjelp av de fargede firkantene i datagrunnlaget i Figur 4. Hver fargede omriss av cellene som vi ser i regnearket representerer en annen person som jobber i den fargede cellen.

Elevene fortsatte med oppgaven med å simulere terningkast ved bruk av Excel-funksjoner. De brukte både ferdiglagde funksjonsuttrykk utdelt av læreren og utviklet egne uttrykk der det var nødvendig. Her er et eksempel på et uttrykk læreren introduserte for å simulere terningkast ved hjelp av den innebygde funksjonen TILFELDIGMELLOM().



Figur 6: Skjerm bilde av en funksjon i Excel

På dag to arbeidet elevene først med å fullføre oppgaven fra dag en. Cirka halvveis i timen presenterte læreren første del av oppgaven knyttet til programmet Scratch og ga en innføring i hvordan man kunne programmere ved hjelp av blokker. Målene for denne delen av dagen inkluderte:

1. Å kunne sette variabler til tilfeldige verdier.
2. Å utforske if-else-blokker og løkker i programmering.
3. Å lage en enkel sannsynlighetssimulering i Scratch.
4. Å finne eksperimentell sannsynlighet med et datasett fra en simulering.

I den første delen av oppgaven, «Får du femmer'n?», skulle elevene lage et enkelt spill der de vant hvis de fikk tallet fem. Her lærte elevene om variabler i programmering kontra

matematikk og hvordan de kunne opprette og bruke egne variabler i Scratch. Målet var å forstå hvordan variabler ble benyttet på en ny måte og utforske hvorfor et dataprogram ikke nødvendigvis gjetter riktig tall med samme sannsynlighet som et menneske.

Når et menneske gjetter på et tall mellom én og ti, burde det maksimalt ta ti forsøk før man finner det riktige tallet, så lenge man husker de tidligere gjetningene. Men i det spillet elevene lagde, kunne datamaskinen gjette det samme tallet flere ganger uten å huske tidligere gjetninger. Dette førte til at dataprogrammet ikke gjettet med samme effektivitet som et menneske.

Videre oppgaver i Scratch gikk ut på å utforske, modifisere og lage egne programmer. Disse oppgavene introduserte elevene for tilfeldighet i programmering og ga dem praktisk erfaring med å lage enkle simuleringer og utforske sannsynligheter ved hjelp av Scratch.

4.3.1 Utvalg

Utvalget for denne studien ble valgt ut av MASCOT-prosjektet og bestod av en niendeklasse i matematikk som deltok i undervisningsintervensjoner med fokus på AT. Klassen var en ordinær ungdomsskoleklasse på 28 elever. Valget av denne klassen ble gjort av forskningsgruppen gjennom en diskusjon mellom prosjektledelsen og de involverte skolene.

4.3.2 Kvalitativ metode

Kvalitativ forskning fokuserer på å forstå fenomener i sin naturlige kontekst, og tar utgangspunkt i deltakernes egne perspektiver og erfaringer (Postholm, 2010). Jeg valgte denne metoden for å få en dypere innsikt i elevenes erfaringer med AT, deres samarbeid og interaksjon i klasserommet. Videoobservasjon var spesifikt brukt for å studere elevenes samarbeid i små grupper når de arbeidet med programmering som en del av AT.

Datainnsamlingen ble utført ved hjelp av ikke-deltakende observasjon i klasserommet. Denne metoden, sett i lys av teorien, muliggjorde omdanningen av den samlede dataen til funn, som jeg går nærmere inn på i kapittel 5. Kombinasjonen av elevenes fortløpende interaksjon i klasserommet og teoretisk innsikt gir et robust fundament for kvalitativ forskning (Postholm, 2010).

Det er viktig å bemerke at selv om det finnes forskning som gir retning og forslag til fremgangsmåter for kvalitativ forskning, finnes det ingen direkte oppskrift (Patton, 2002). Ifølge Patton bør forskere ha et åpent sinn uten forhåndsbestemte kategorier for analyse for

å oppnå dybde, åpenhet, og rikdom i detaljer. Han understreker også viktigheten av en klar strategi før observasjonen starter, da en godt planlagt strategi gir en overordnet retning og rammeverk for handlinger og beslutninger.

4.3.3 Ikke-deltagende observasjon

Ikke-deltagende observasjon innebærer å observere uten å delta aktivt i det som observeres (Fangen, 2010). I denne studien anvendte jeg denne metoden ved å utføre videoobservasjoner. Selv om jeg var til stede i klasserommet, deltok jeg ikke aktivt i undervisningen eller elevenes arbeid. Jeg samlet data gjennom videoopptak, notater, og skjermopptak fra elevenes nettbrett (se kapittel 4.4.1). I analysefasen fokuserte jeg på å identifisere mønstre, atferd, og interaksjoner som var relevante for min problemstilling. Denne fremgangsmåten tillot meg å studere hver situasjon inngående, og jeg kunne også gå tilbake til opptakene for å bekrefte mine funn senere.

En av fordelene med ikke-deltagende observasjon er dens potensiale for objektivitet. Som en nøytral observatør kunne jeg registrere klasseromsinteraksjonene uten å ha stor påvirkning på dem. Imidlertid, som Fangen (2010) påpeker, vil observatørens tilstedeværelse alltid påvirke de som blir observert i en viss grad, med mindre observatøren er helt usynlig. Gitt den tydelige tilstedeværelsen av ekstra voksne, kameraer og mikrofoner, var elevene helt klart bevisst på oss. Dette gjorde det vanskelig å vurdere i hvilken grad vår tilstedeværelse endret deres oppførsel. Til tross for disse utfordringene, falt vår rolle inn under det Fangen (2010) beskriver som «*ikke-deltagende observasjon*».

Selv om jeg var oppmerksom på muligheten for å gå glipp av viktige hendelser, viste en kombinasjon av videoobservasjon og ikke-deltagende observasjon seg som nøkkelen til å fange opp disse øyeblikkene. Som Blikstad-Balas (2017) påpeker, selv om man kanskje ikke får med seg alle detaljer på video, tillater bruk av flere kameraer observasjon av mange deltakere samtidig. Dette gir en fordel fremfor å stole kun på hukommelse eller notater. Under transkriberingsprosessen hadde noen av opptakene dårlig lyd kvalitet. Men ved hjelp av flere kameraopptak fra samme tidspunkt og alternativ lydkilde fra skjermopptakene, kunne jeg kompensere for dette.

Som en ikke-deltagende observatør i studien var mitt mål å redusere min egen påvirkning under observasjonene. Selv om min lærerbakgrunn kunne bidra til gjenkjenning av mønstre og innsikt, en fordel som Thagaard (2018) også fremhever, var jeg bevisst på at denne

innsikten også kunne svekke objektiviteten. Dette skyldes muligheten for å overse spesielle aspekter eller nyanser, noe Thagaard også bemerker. Postholm (2010, s.35) poengterer at forskeren er det mest sentrale instrumentet i kvalitativ forskning. Selv med min kontekstforståelse som lærer, var jeg oppmerksom på potensiell partiskhet grunnet mine egne erfaringer. For å opprettholde objektivitet reflekterte jeg over mine forforståelser, utforsket ulike datafortolkninger, og søkte råd fra veiledere og kollegaer. Dette var spesielt nyttig under koding av transkripsjonene, hvor min egen bias kunne påvirke valget av kodene.

4.3.4 Teknisk testing av ikke-deltagende videoobservasjon

En pilotstudie er en forberedende undersøkelse som utføres før hovedstudien for å sikre at instrumentene fungerer som de skal, styrke reliabiliteten, og vurdere praktiske aspekter ved observasjonen (Johannessen et al., 2016). Selv om slike studier er verdifulle, ble det ikke gjennomført en egen pilotstudie i denne masteroppgaven på grunn av tids- og ressursbegrensninger. Istedenfor valgte vi å bruke starten av den første observasjonsdagen som en teknisk test. Sammen med to andre forskere utforsket jeg forskjellige kameravinkler og vurderte mikrofonkvaliteten for best mulig dekning av elevene. En fullstendig oversikt over det tekniske utstyret er presentert i avsnitt 4.4.1.



Figur 7: Rekreasjon av kameravinkel fra første observasjon

Løsning én: Plasserte kameraet på en pult øverst til venstre, sett fra elevens perspektiv. Dette gav oss et bredt bilde av interaksjonene i klasserommet. Fordelen var at det fanget elevenes ansiktsuttrykk tydelig, noe som kunne gi verdifull innsikt i deres engasjement og reaksjoner. Ulempen var imidlertid en ujevn lydqualität mellom elevene.

Løsning to: Med kameraet plassert sentralt mellom elevene, oppnådde vi en bedre lydbalanse fordi elevene var nærmere mikrofonen. Men denne plasseringen hadde en

ulempe: elevenes nettbrett kom ofte i veien, og hindret dermed sikten til ansiktene deres. Selv om løsningen teknisk sett hadde bedre lyd kvalitet, valgte vi løsningen. Årsaken var det å kunne observere elevenes mimikk og kroppsspråk ga viktig informasjon om deres forståelse og engasjement.

Selv om kameraene ikke fanget opp elevenes nettbrett direkte, brukte vi skjermopptak for dette formålet. Imidlertid støtte vi på en utfordring: til tross for lærerens instruksjoner, aktiviserte mange elever ikke skjermopptaksfunksjonen eller stoppet den igjen etter kort tid. De opptakene vi fikk var likevel svært nyttige under transkriberingsfasen.

Det er verdt å nevne at flere forbedringer kunne ha vært implementert: å plassere elevene i et eget rom for bedre lyd kvalitet, individuelle mikrofoner for hver elev, flere kameraer for å fange forskjellige vinkler, og en bedre prosedyre for skjermopptak. Men samtidig er det viktig å påpeke at en overdreven bruk av utstyr kan forstyrre det naturlige miljøet i klasserommet enda mer. Med de tilgjengelige ressursene ble det prioritert å fange både lyd og bilde av elevene for en mest mulig balansert datainnsamling.

4.3.5 Videoobservasjon

På bakgrunn av forskningen til Derry (2007) og Derry et al. (2010) vil jeg argumentere for at i det moderne forskningslandskapet er videoobservasjon blitt et uvurderlig verktøy for å forstå klasseromsinteraksjoner. Med teknologiens stadige utvikling har denne metoden blitt mer og mer tilgjengelig, noe som gir forskere muligheten til å analysere hendelser i etterkant. I dette kapitlet vil jeg utforske metodens styrker, svakheter, og dele noen personlige refleksjoner basert på mine erfaringer fra feltet.

Videoobservasjon gir mulighet til å fange hendelser gjennom en kameralinse. I denne studien benyttet vi flere kameraer for å registrere forskjellige hendelser samtidig. Hvert av disse opptakene ble betraktet som en unik hendelse. Disse kan deretter kategoriseres etter aktiviteter som samarbeid, presentasjon av ideer og uenigheter (Derry et al., 2010).

En viktig fordel jeg fant med videoobservasjon var tilgjengeligheten til alt observasjonsmateriale, selv etter observasjonene var avsluttet. Dette tillot meg å studere hendelsene i klasserommet i detalj etter at hendelsene hadde funnet sted. Videre gir videoobservasjonene en omfattende mulighet til forståelse av klasseromshendelser (Zuengler et al., 1998) og tillater analyser utover det verbale, som å observere tonalitet,

blikkretning, og kroppsspråk (Blikstad-Balas, 2017). Med videoobservasjon kan forskere arkivere hendelser for fremtidig analyse og til og med konsultere andre forskere for å få ulike perspektiver (Derry et al., 2010).

Selv om videoobservasjon tilbyr mange fordeler, kommer den også med en del utfordringer. Mange forskere er enige i at det er vanskelig å gi et helhetlig bilde av sosiale interaksjoner gjennom video, som begrenser seg til et bestemt tidspunkt og kontekst (Blikstad-Balas, 2017, s511). Selv om videoanalyse kan avdekke nyanserte detaljer ved etterfølgende gjennomgang, kan den også gi et vinklet eller ufullstendig perspektiv på virkeligheten. Dalland (2012, s.455) mener dette kan stamme fra observatørens forutinntatthet og teoretisk bakgrunn. For å gi et mer nyansert bilde, er det viktig å vurdere kameravinkler og hva som skjer utenfor kameraets synsfelt. Dette er spesielt viktig når man stoler på andres videoopptak. I mitt prosjekt ble dette enda mer relevant ettersom jeg ikke deltok på begge observasjonsdagene. Under analysen fant jeg det nyttig å observere elevenes kroppsspråk i tillegg til deres tale. Dette gav meg en dypere forståelse enn hva lydopptak alene kunne gi. Når elevenes ansikter var utenfor kameraets synsfelt, ble det imidlertid utfordrende å analysere hendelsene nøyaktig.

Uke	Deltok selv	Antall forskere til stede	Antall elever til stede	Tema og program
13	Ja	3	8 observerte elever (4 grupper) 20 ikke-observerte elever	Sannsynlighetsregning med Excel
13	Nei	2	6 observerte elever (3 grupper) 15 ikke-observerte elever	Sannsynlighetsregning med Excel og Scratch

Tabell 2: Oversikt over observasjonsdagene

	Skjermopptak	Video av elever	Video av lærer	Samlet
Observasjon 1	00t 55m 20s	02t 27m 33s	00t 52m 09s	04t 15m 02s
Observasjon 2	02t 12m 33s	03t 05m 55s	00t 57m 19s	06t 12m 47s

Tabell 3: Mengde rådata fra observasjonene

4.3.6 Kritiske tanker om videoobservasjonen

Etter å ha arbeidet med analysen av dataen, spesielt i forbindelse med transkriberingen, begynte jeg å reflektere over prosessen knyttet til videoobservasjonen. Flere av elevene viste tegn til en oppførsel som minnet om Hawthorne-effekten, slik den er beskrevet av Krathwohl (1993). Denne effekten handler om endret adferd hos individer som er klar over at de blir observert eller studert, noe som kan påvirke deres naturlige respons eller handlingsmønstre. I konteksten av min studie kan en slik reaksjon ha vært påvirket av både kameraenes synlige tilstedeværelse og vårt nærvær som forskere.

I transkriberingsfasen la jeg merke til episoder der elever adresserte kameraet direkte, som om de holdt på med en videoblogg. Noen elever lot til å bli påvirket av kameraets nærvær og avvek fra undervisningens tema for å diskutere opptakets hensikt og mulige anvendelser.

På den annen side noterte jeg også at enkelte elever syntes å være bekymret over hva opptakene skulle brukes til. En av elevene gav uttrykk for at han var redd for at foreldrene skulle få se videoen, noe som skapte ubehag hos eleven. Dette ubehaget var synlig ved at hans interaksjon med nærmeste gruppe førte til en kortvarig konflikt.

Selv om videoobservasjonen ga verdifull innsikt, ble det klart at bare det å ha et kamera til stede og bevisstheten om å bli observert kunne endre elevenes adferd. Det er avgjørende for forskere å erkjenne disse potensielle forvrengningene, både ved tolkning av dataene og når man planlegger framtidige studier. I pedagogisk forskning er det viktig å ikke bare innhente data, men også å granske dens autenticitet og reflektere over hvordan den kan påvirke vår tolkning av undervisningskonteksten. Ved senere forskning vil min anbefaling være å diskutere hensikten med forskningen i klasserommet hvor elevene kan stille spørsmål som eksempelvis «*kommer mamma til å se på opptaket eller bare forskerne*». Dette vil potensielt kunne svare på noen av spørsmålene på forhånd, som flere av elevene i min observasjon hadde i løpet av timen, slik at det ikke tar bort mer tid fra timen enn nødvendig.

4.3.7 Skjermopptak

Med *skjermopptak* i denne oppgaven, refererer jeg til et program som var installert på elevenes nettbrett. Dette programmet gjorde det mulig å ta opp aktiviteten på elevenes skjermer.

Skjermopptakene ga meg verdifulle innsikter. Under analysen kunne jeg se forbindelsen mellom hva elevene sa, og hva de gjorde på skjermene sine. Dette ble spesielt nyttig i tilfeller der den verbale kommunikasjonen var uklar eller helt fraværende. Som Glendinning og Howard (2003, s.42) påpeker, kan det ofte være utfordrende, om ikke umulig, å forstå hva deltakerne diskuterer uten å ha innsikt i det som faktisk skjer på skjermene deres.

Skjermopptakene, sammen med videomaterialet, presenterte visse utfordringer. For det første var datamengden i noen tilfeller overveldende. Dette fenomenet, kjent som «*death by data*» (Blikstad-Balas, 2017, s.516), oppstår når forskere blir så oversvømt av informasjon at effektiv behandling og analyse blir utfordrende. Som Blikstad-Balas påpeker, kan dette resultere i at forskere begrenser sitt fokus til små, spesifikke aspekter av dataene, noe som risikerer å gi et skjevt bilde av den større konteksten eller deltakernes faktiske erfaringer. En annen utfordring var å korrekt knytte opptakene til de respektive elevene.

Selv med disse utfordringene ga kombinasjonen av skjermopptak, video- og lydopptak meg en helhetlig innsikt i elevinteraksjonene. Denne mangfoldige tilnærmingen, som anbefales av forskere som Bhatt (2017) og Rusk (2019), muliggjorde en dypere analyse. Ved å integrere disse metodene kunne jeg observere detaljerte handlinger som bruk av Excel og Scratch. Å forstå de digitale artefaktene elevene benyttet, kastet lys over deres arbeidsmetoder, valg, og interaksjoner.

4.4 Analyse av datamaterialet

4.4.1 Verktøy for datainnsamling

To typer kameraer, kompaktkamera og handlingskamera, ble benyttet for å filme store deler av klasserommet under observasjonen. Et kompaktkamera ble plassert på et stativ bakerst i klasserommet og ble styrt av en av forskerne. Dette kameraets primære formål var å fange lærerens bevegelser rundt i rommet. Det var strategisk plassert høyt for å gi en helhetlig oversikt. Derry (2007) understreker at kameraet ideelt sett bør være høyt oppe i et hjørne med en vidvinkel-linse for å dekke hele rommet, samt ha en mikrofon plassert der mesteparten av interaksjonen finner sted.

For å fange opp lyden benyttet vi en myggmikrofon, festet til læreren, som sendte trådløse lydsignaler tilbake til kompaktkameraet. Under observasjonen prøvde forskeren å unngå handlinger som å pause kameraet, bruke zoom-funksjonen unødvendig, eller panorere

kameraet uten grunn. Dette unngikk forstyrrelser i opptaket og ga en konsistent «*outside-in view*» i henhold til Derry (2007, s.8) sine anbefalinger.

I tillegg til det stasjonære kompaktkameraet, ble handlingskameraer også brukt for å fange opp detaljene nærmere elevene. Disse små kameraene med vidvinkel-linse og innebygget mikrofon ble plassert i hjørnet av hver elevgruppe sinn pult, slik at samspillet mellom de to elevene ble klart synlig. Ved å kombinere de forskjellige kameraene kunne flere vinkler på samme samtale dekkes, noe som ga en rikere dybde til analysen, som også er i tråd med Derry (2007) sine anbefalinger.

Hver elev benyttet et nettbrett med berøringsfunksjon og mulighet for tilkobling av eksternt tastatur. Nettbrettene hadde en skjermopptaksfunksjon som komplementerte videoopptakene, som gav en rikere forståelse av elevenes digitale interaksjoner.

4.4.2 Transkribering av datamaterialet

I denne oppgaven refererte transkribering til prosessen med å skriftlig gjøre det som ble sagt under videoobservasjonene. Jeg tok på meg ansvaret for å transkribere alt videomateriale for å fordype meg i materialet og identifisere hvilke videosegmenter som var mest relevante for forskningen min. Selv om det ikke eksisterer en universal transkriberingsnøkkel (Jordan & Henderson, 1995, s.48), er det avgjørende å definere analyseformålet ved valg av nøkkel. I min studie, med fokus på elevenes samtaler, baserte jeg valget av transkriberingsnøkkel på analysen av interaksjoner mellom elevene og deres interaksjon med læreren.

For å tydeliggjøre både innholdet og nyansen av det som ble sagt, benyttet jeg meg av koder. Ved usikkerhet om hva som ble sagt, brukte jeg koden () for uforståelige ord. Hvis jeg antok betydningen, men fortsatt var usikker, brukte jeg koden (ord). Denne praksisen var sentral, ikke bare for min egen analyse senere, men også for å imøtekomme potensielle fremtidige forskere som kunne ha nytte av eller ønske å revidere mine transkripsjoner. Jeg implementerte også koder for øyeblikk hvor elevene [snakket samtidig] og for £latter£, slik at jeg kunne formidle samtaleatmosfæren. Det er viktig å merke seg, som Jordan og Henderson (1995) påpeker, at det ikke er tidseffektivt å kode alt. En for detaljert koding kan kreve opptil tjue timer arbeid per time med data for å oppnå en dyptgående analyse.

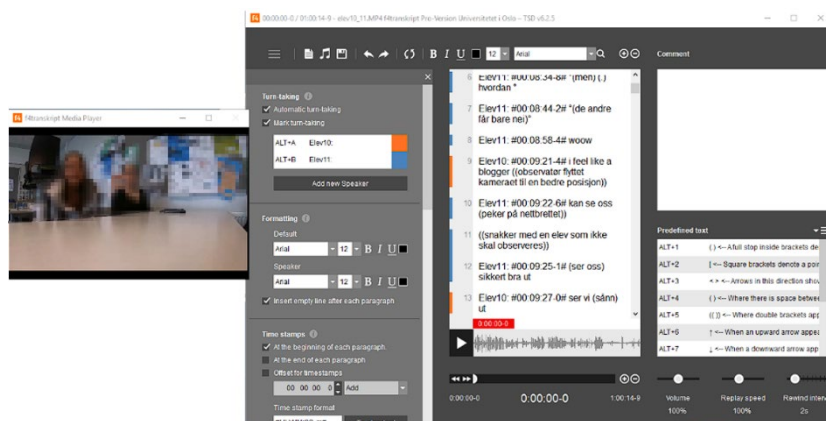
Jeg valgte et forenklet system basert på Jefferson-systemet, som dekket alle behovene for min forskning. Dette systemet er utformet for å fange opp den hørbare muntlige

interaksjonen mellom deltakere (Meredith & Potter, 2014). En fullstendig oversikt over min versjon av Jefferson-systemet jeg anvendte finnes i Vedlegg 3.

For å jobbe mer effektivt valgte jeg å kun transkribere de delene av datamaterialet som var direkte relevant for forskningen min. Jeg valgte bort segmenter som handlet om oppstart og avslutning av undervisningstimen, samt samtaler som elevenes fritidsaktiviteter.

Hovedfokuset var på fagrelaterte samtaler og arbeidet med AT.

Jeg brukte programmet f4transkript for transkribering, et verktøy som synkroniserer videovisning med transkribering (Figur 8). Programmet satte inn tidsstempler automatisk før hver setning, slik at jeg enkelt kunne spore teksten tilbake til det aktuelle stedet i videoen. Funksjonen for å justere videofarten var spesielt nyttig, jeg kunne fremskynde lange pauser og senke farten ved intens eller utydelig tale.



Figur 8: skjermbilde fra f4transkript

Under transkriberingen behandlet jeg hver videofil separat. Jeg navnga deltakerne som Elev1, Elev2 og læreren som Lærer. I påfølgende video ble nye deltakerne kalt Elev3 og Elev4. Dersom jeg ikke klarte å identifisere en deltaker, merket jeg dem som "elev". Når jeg senere kunne identifisere denne eleven i et annet opptak, endret jeg betegnelsen fra "elev" til for eksempel Elev12. For å klargjøre hva elevene sa, spesielt når talen var uklart i det primære opptaket, benyttet jeg lyd fra flere videokameraer og skjermopptakene. Når en elev som var under observasjon kommuniserte med en elev som ikke hadde gitt slikt samtykke, transkriberte jeg kun det den førstnevnte eleven sa.

4.4.3 Analytisk tilnærming

I min dataanalyse har jeg latt meg inspirere av både Braun og Clarke (2006) sine seks faser for tematisk analyse og Patton (2002) sine tilnærminger til kvalitativ forskning. Braun og Clarke sin metode omfatter: 1. Bli kjent med dataene dine, 2. Generere initiale koder, 3.

Søke etter temaer, 4. Gjennomgå temaer, 5. Definere og navngi temaer, 6. Produsere rapporten. Selv om jeg deler opp prosessen min i seks faser under var det ikke alltid jeg klarte å skille mellom fasene.

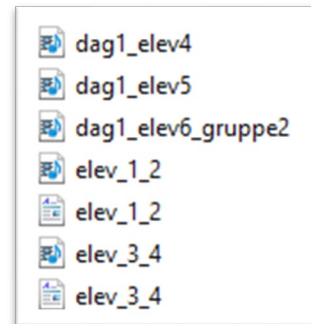
Fase 1: Bli kjent med dataene mine

Selv før første observasjonsdag var jeg i gang med analysearbeidet. Som en innledende del av prosessen, gikk jeg nøye gjennom den relevante litteraturen jeg hadde funnet i litteratursøket. Jeg noterte ned spesielt interessante avsnitt, uttalelser og formulerte også mine egne tanker og refleksjoner som kunne bidra til å svare på en tidlig versjon av forskningsspørsmålet mitt. I denne fasen er det viktig å notere ned ideer for koding eller som man kan vende tilbake til i senere faser (Braun & Clarke, 2006, s.87). Patton (2002, s. 436) påpeker at tidlige faser av datainnsamling ofte produserer informasjon som kan styre analysen i nye og uventede retninger. I denne fasen konsentrerte jeg meg spesielt om to hovedområder: AT og matematikk.

Den innsamlede informasjonen fra litteraturgjennomgangen og observasjonsdagene fungerte som drivverk i arbeidet mitt. Når jeg støtte på vanskeligheter i arbeidet, vendte jeg tilbake til denne informasjonen for å finne veiledning og støtte. Min arbeidsmetode var iterativ og involverte gjentatte iterasjoner av leting etter informasjon, dokumentering av funn, og igjen leting når nye spørsmål eller undringer dukket opp. Denne prosessen var sjelden lineær, da jeg stadig gikk tilbake til det jeg hadde lest eller skrevet tidligere.

Det neste betydningsfulle skrittet i analysen var arbeidet med transkribering. Braun og Clarke (2006) skriver at når man jobber med verbal data må det utføres en transkribering. Forfatterne tar opp at det ikke finnes noen spesifikk måte å transkribere dataene på, men at det som minimum trengs en grundig ordrett redegjørelse og noen ganger også ikke-verbale ytringer. Jeg valgte en litt mer grundig måte å transkribere på ved hjelp av Jefferson-systemet.

I arbeidet med transkriberingen la jeg alt annet til side og startet en lengre prosess. Alt elektronisk materiale ble grundig gjennomgått og tydelig merket for å enkelt identifisere hvilke data som tilhørte hvilke elever (Figur 9). For å sikre anonymitet ble alle elevene og læreren gitt aliaser, og jeg arbeidet utelukkende med disse aliasene i den videre prosessen. Transkriberingen involverte å notere relevant dialog for å få et detaljert bilde av interaksjonene og aktivitetene i klasserommet. Jeg begynte med å gå igjennom lærerens opptak for å identifisere viktige undervisningsøyeblikk og opprettholde en oversikt over sentrale poeng som ble formidlet (Figur 10).



Figur 9: Skjermbilde over filoversikt

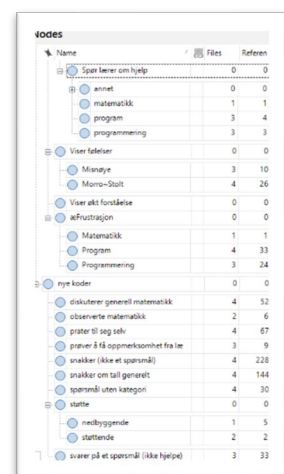
```
02:40 oppstart - snakker om emnet på tavla - sannsynlighet
08:50 frekvens - sannsynlighetsberegning
13:00 relativ frekvens
16:00 deler ut terninger til alle gruppene
17:00 starter med ferdiglaget excelfil som elevene skal legge inn kastresultatene.
      vising av hvordan filen fungerer
      elevene jobber, mye tekniske problemer. Lærer hjelper og forklarer.
25:30 lærer viser alle elever resultat på tavla.
      forklarer kun 1-6 øyne er mulig
      Viser frekvens (antall ganger eks 2ere) og relativ frekvens (x% av det totale 2ere)
29:40 Alle skal opprette et tomt excel dokument
      elevene lager egent dokument etter oppskrift fra tavla.
38:10 første terningskast gjennomført. Kopiering nedover for x-antall forsøk
      Her kan man se hvordan elever velger å gjennomføre det. Tar de 10 kast eller x-tusen.
      Spør elevene om antall eller bare velger de noe?
      Går rundt og hjelper
      resten er gå rundt og hjelpe + vise litt og litt videre i excel-koden.
52:00 ferdig
```

Figur 10: Skjermbilde av tekstfil med hovedmomenter fra første observasjon

Basert på transkriberingen kunne jeg nå starte å kode dataene mine.

Fase 2: Generere initiale koder i NVivo

Når jeg var ferdig med transkriberingen, ble alt transkribert materiale overført til programvaren NVivo, et analyseverktøy som ble brukt til å oppdage mønstre og temaer i den kvalitative analysen. I denne fasen undersøkte jeg transkripsjonene for å identifisere mønstre, temaer og interessante funn. Gjennom en systematisk tilnærming til analysen avdekket jeg innsikter i interaksjonene og digitale arbeidsprosesser som forekom i klasserommet. Patton (2002, s. 433) påpeker at det ikke finnes faste regler for analyse, og at hver undersøkelse er unik. Han understreker at analysens utfall avhenger av forskerens intellekt og personlige stil. Siden mine funn her og min egen skrivestil er å regne som unik var det særdeles viktig at jeg beskrev metodene mine og fremgangen min på en god og strukturert måte. Dette stadiet av arbeidet samsvarer med Patton (2002, s. 436) sin beskrivelse av senere faser i kvalitativ forskning, der man nærmer seg bekreftende datainnsamling med fokus på innsikter som materialiserer seg.



Figur 11: Skjermbilde av koder i NVivo

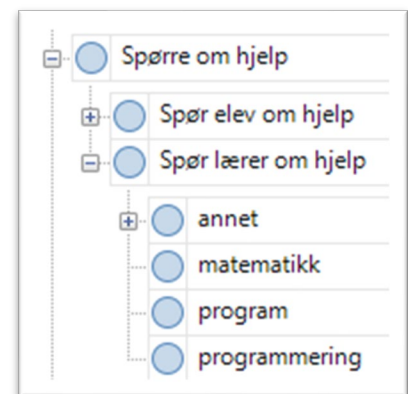
Braun og Clarke (2006, s.88) skriver at fase 2 handler om å generere koder fra tallmaterialet. Koder er en identifikator som representerer et element eller mønster i dataene dine som senere kan brukes til å organisere dataene. Et råd jeg fulgte tidlig fra Braun og Clarke (2006, s.89) var «code for as many potential themes/patterns as possible (time permitting) / you never know what might be interesting later». Jeg lagde mange flere koder enn det viste seg at jeg trengte senere. Braun og Clarke tar opp viktigheten å ikke kun koble en liten del av samtalen til en kode, men ta med informasjonen som er rundt det du tror er mest viktig. Denne inklusive uthenting av tekst var noe NVivo kunne gjøre etter at en kode var laget, så dette var ikke noe problem hvis jeg ikke lagret nok informasjon første gangen. Jeg lagret også flere ganger samme setning under flere koder, som støttes av forfatterne som skriver at man kan kode forskjellige ekstrakter i så mange koder/temaer som passer.

Fase 3: Søke etter temaer

I denne fasen er ikke målet i seg selv kodene, men å finne de større temaene som kodene tilhører (Braun & Clarke, 2006). Jeg brukte meg av forskjellig innebygget funksjonalitet i NVivo som å lage tankekart og ordskyer fra kodene mine for å finne temaer som gikk igjen. De større temaene som jeg kom frem til var: hjelpe andre, spørre etter hjelp, misnøye, frustrasjon og diskusjon. Det var flere undertemaer her, men disse var de større temaene som gikk igjen.

Her er et eksempel på en kode med noen tilhørende utsagn. Kodene mine var hierarkisk oppbygget for å få oversikt over kodene (Figur 12).

Kode: Spørre om hjelp -> Spør lærer om hjelp -> programmering.
Utsagn:
Elev4: #00:28:36-1# nei sånn (.) ja den her endrer seg hele tida den greia her da (.) nå har den endra seg (.) hvordan gjorde man antall totale kast
Elev6: #00:26:29-8# lærer hvorfor fungerer det ikke
Elev7: #00:19:47-4# vi får ikke på en måte den derre (.) den cellen det står kast til å være over flere celler det blir bare sånn ()



Figur 12: Skjerm bilde av kodestruktur i NVivo

Fase 4: Gjennomgå temaer:

Denne fasen gikk ut på å gå over temaene jeg fant i fase 3. Her gikk jeg igjennom dataene mine og slettet eller slo sammen koder/temaer etter hvert som jeg ble mer kjent med

dataene mine. I mitt arbeid gled fase 3 og 4 mer sammen og jeg hadde ikke et klart skille for når jeg var i fase 3 og 4.

Fase 5: Definere og navngi temaer

I denne fasen, sett i forhold til en masteroppgave, er poenget og komme frem til endelige temaer som jeg skal bruke i analysekapittelet mitt. I denne fasen skriver Braun og Clarke (2006, s.92) at det er viktig å kunne definere hva temaet ditt er og ikke er. Forfatterne tar opp at man sannsynlig allerede har midlertidige titler på temaene og at det er viktig å tenke på hva temaene skal hete i den ferdige analysen. De endelige temaene jeg kom frem til var:

- 1) Interaksjon og mediering i elevsamarbeid
- 2) Algoritmisk tenkning med Excel og Scratch som medierende artefakt
- 3) Utfordring med problemløsningsarbeidet

Fase 6: Produsere rapporten

Braun og Clarke (2006, s.93) skriver at denne siste fasen dreier det seg om den avsluttende delen av tematisk analyse. Her skal forskeren gjennomføre den endelige analysen av tematiske data og forfatte en forskningsrapport. Dette innebærer å presentere resultatene av analysen, tydelig definere og gi navn til temaene som er identifisert, samt formidle en sammenhengende og overbevisende fortelling som belyser funnene og deres relevans for forskningsspørsmålet.

Basert på de tre kategoriene jeg listet opp i fase 5 vil jeg senere presentere resultatene av min analyse i kapittel 5.0 Funn og diskusjon.

[4.5 Validitet, troverdighet, reliabilitet og generalisering](#)

Når man vurderer kvaliteten på kvalitative forskningsstudier, er det noen nøkkelbegreper som er helt sentrale. Dette omfatter validitet, troverdighet, reliabilitet og generalisering (Thagaard, 2018). Validitet i slike studier handler om hvor godt forskerens funn og tilnærming speiler virkeligheten og studiens formål, slik Johannessen et al. (2016) påpekte. Troverdighet dreier seg om hvor pålitelige og tillitsskapende funnene og tolkningene i en studie er, og om de er basert på en grundig forskningsprosess. Når flere funn peker i samme retning, øker dette troverdigheten (Israel et al., 2015).

Reliabilitet, på sin side, handler om konsistensen og påliteligheten av forskningsresultatene. Det reiser spørsmål om studien ville ha produsert de samme resultatene hvis den ble gjentatt under lignende forhold (Fangen, 2010). Generalisering går på hvorvidt forskningsresultatene fra et prosjekt kan overføres til andre lignende sammenhenger (Fangen, 2010). I det videre vil jeg se på begrepene nærmere, knyttet til min egen forskningsprosess.

4.5.1 Validitet og troverdighet

Ved evaluering av forskningsstudiers kvalitet er det essensielt å sørge for at de valgte måleinstrumentene måler det forskeren ønsker. Johannessen et al. (2016, s.232) bemerker at i kvalitative studier kan ikke data kvantifiseres, noe som kompliserer dette. I stedet måtte jeg forsikre meg om at min valgte forskningsmetode faktisk sonderte det jeg hadde til hensikt å studere. Siden forskeren selv er instrumentet i kvalitativ forskning (Patton, 2002), var det viktig at jeg besatt nødvendig kunnskap og innsikt i emnet jeg utforsket.

Validitet omhandler hvorvidt resultatene faktisk avbilder den studerte virkeligheten (Thagaard, 2018). Troverdighet sikrer at forskningsmetoden og dens resultater er konsistente, logiske og godt dokumentert (Postholm, 2010). Diskusjoner rundt validitet i forskning inkluderer ofte begrepsavklaringer, teoretiske funn og metodologiske betraktninger (Postholm, 2010).

For å forbedre intern validitet anbefaler Johannessen et al. (2016) lengre observasjonstid av klassen og inkludering av flere klasser. Men tidsbegrensninger i min masterstudie gjorde det vanskelig å utføre langvarige feltobservasjoner, slik Fangen (2010) beskriver. Selv om jeg ikke kunne observere klassen over lang tid, ga min erfaring som lærer og kjennskap til lignende kontekster meg muligheten til å samle verdifulle data. Dette understøttes av Johannessen et al. (2016, s.232) som sier: «*Det er vanskelig å forstå et fenomen uten å kjenne til konteksten*». Videre konsulterte jeg mine veiledere og andre erfarne individer i mitt nettverk for å berike analysen og forståelsen min.

For å styrke studiens troverdighet transkriberte jeg selv all rådata. Jeg brukte en forenklet versjon av Jefferson-systemet og støttet meg til flere opptak av den samme samtalen for å bedre kvaliteten på transkriberingen. Dette tillot leserne å dykke inn i detaljene fra observasjonene uten å direkte se på videomaterialet. Av etiske grunner, diskutert i kapittel 4.6, kunne råmaterialet som videoopptak ikke deles med personer utenfor

forskningsgruppen. Måten informasjonen ble organisert og presentert på var essensiell for at leserne skal kunne bedømme studiens plausibilitet. Detaljer om hvordan analysen og observasjonene ble utført er beskrevet i kapittel 4.4.

I kvalitativ forskning er det sjelden at funnene er helt entydige. De observerte subjektene kan være nyanserte, og pålitelighet kan variere. Derfor er det avgjørende i kvalitativ forskning å være transparent om metodene som er benyttet. Det er også viktig å tydelig dokumentere hvordan man har kommet frem til bestemte funn eller mønstre. Dette gir leseren mulighet til selv å vurdere resultatenes validitet. Målet med validitet i denne forskningen er å sikre at leseren kan følge hele forskningsprosessen og dermed forstå hvilke kriterier som er blitt benyttet (Postholm, 2010).

4.5.2 Reliabilitet

Reliabilitet omhandler forskningsprosessens pålitelighet og konsistens i resultatene (Johannessen et al., 2016, s.231). Dette er viktig for å sikre at forskningen oppfattes som pålitelig og troverdig. I kvalitativ forskning er ikke utvalgets størrelse det primære fokuset, men snarere datamangfoldet og forskerens analytiske ferdigheter (Postholm, 2010). Likevel skiller reliabilitet i kvalitativ forskning seg fra tradisjonelle standarder. De vanlige kravene forutsetter at resultater kan gjentas, noe som ofte ikke er relevant i kvalitativ sammenheng. Gitt at to klasseromssituasjoner sjelden er like, er det vanskelig å etterprøve funnene slik man ville i kvantitativ forskning.

Nyere forskning anser ikke replikasjon av data som nødvendig, særlig innen kvalitativ forskning (Thagaard, 2018, s.187). Reliabilitet i kvalitativ forskning dreier seg mer om ulike nivåer av tolkningskonsistens (Fangen, 2010). Dette kan variere fra ren gjetning, hvor det mangler teoretisk grunnlag, observasjonsreferanser eller sammenlignbare data, til støttede funn. Støttede funn baserer seg på komparative data, teoretiske refleksjoner og beslektede funn.

Min bruk av videoopptak har forsterket påliteligheten i forskningen min. Videoopptakene gjorde det mulig å lage mer detaljerte kodestrukturer over tid etter observasjonene. Denne prosessen støttes av Derry (2007) sin artikkel. Denne analysen minsket usikkerheten og reduserte spekulasjoner i resultatene, og kan ha gjort funnene mer troverdige. Selv om forskningsmetoden ikke gir direkte bevis, har jeg fokusert på å forbedre reliabiliteten. Dette ble oppnådd gjennom nøye analyse, dialog med andre forskere og en teoretisk forankring. Å

arbeide med et forskerteam kan ha forbedret studiens reliabilitet og kvalitet, noe som gir et sterkere fundament for mine resultater.

Fangen (2010) poengterer at det sjelden er mulig å gjenta deltakende observasjoner. Dette er en kjerneproblematikk i kvalitativ forskning, da den samme gruppen, veiledet av en annen, kan reagere forskjellig på grunn av endringer i tillit eller miljøforhold. Postholm (2010) understreker at strategier som fungerer i ett klasserom ikke nødvendigvis virker i et annet, eller til og med senere i samme rom. Derfor er direkte generalisering ofte umulig i slik forskning. Men Postholm argumenterer for at en tilpasning, basert på den presenterte forskningsteksten, er gjennomførbar hvis det gis detaljerte beskrivelser av settingen, noe som legger til rette for overførbarhet fra én kontekst til en annen.

En mulig kritikk av mitt arbeid er mangelen på full tilgang til datamaterialet for eksterne forskere. For å møte slik kritikk, var det essensielt å klargjøre begrunnelsen for valgene gjort under datainnsamling og analyse. Derry (2007) understreker viktigheten av å tydeliggjøre prosessene som ligger til grunn for påstandene og forklaringene i forskningen.

Alle forskere i MASCOT hadde muligheten til å få tilgang til samme video, lydopptak, skjermopptak og transkripsjoner. Dette forsterket intern generalisering, da de kunne utforske ulike deler av materialet og gi en mer helhetlig innsikt i studien.

4.6 Etiske hensyn i forskningen

Forskningsetikk omhandler prinsippene og standardene som er utviklet for å sikre at forskning utføres på en etisk forsvarlig måte. Denne etikken vektlegger både forskningsdeltakeres rettigheter og samfunnets interesser og verdier (forskningsetikk.no, 2019). Gjennom hele forskningsprosessen har jeg fulgt etiske retningslinjer nøye, hovedsakelig basert på retningslinjene fra NENT (komité for naturvitenskap og teknologi).

4.6.1 Samtykke, frivillighet og datasikkerhet

MASCOT tok ansvar for det praktiske rundt utforming av samtykkeskjemaer som ble distribuert til deltakerne, deres foreldre og verger. Skjemaene var detaljerte og sikret nødvendige underskrifter, spesielt gitt at deltakerne var under 18 år, i tråd med bestemmelsene i vergemålsloven § 8 og 9 (Vergemålsloven, 2010, § 8 og 9).

Samtykkeskjemaet ga klar informasjon om prosjektets formål, hvem som sto bak, finansieringskilder, deltakernes rolle, samt hva deltakelse innebar. Hele samtykkeskjemaet

er vedlagt som Vedlegg 1. For å beskytte deltakernes rettigheter og forhindre lekkasje av data, benyttet prosjektet Universitetet i Oslo sine Tjenester for sensitive data (TSD), i samsvar med norsk lov og EU sitt personverndirektiv (GDPR).

4.6.2 Anonymisering og beskyttelse av sårbare grupper

For å sikre informantenes personvern og identitet er skolen, elevene og læreren anonymisert i denne studien, i tråd med retningslinjer fra forskningsetikk.no (2021, kapittel 11). Navn er erstattet med aliaser, og opplysninger som kan knyttes til skolens identitet, er anonymisert for å forhindre eventuell senere identifikasjon. Ved å følge disse retningslinjene, kunne jeg knytte sammen informasjon om personer og deres data, uten å sette informantenes konfidensialitet på spill (forskningsetikk.no, 2019).

4.6.3 Tolkning og publisering av resultater

Under tolkning og publisering av forskningsresultatene var etiske prinsipper kontinuerlig i fokus. Jeg har nøye unngått å presentere funn som potensielt kunne skade eller stigmatisere deltakerne, spesielt med hensyn til elevene som en sårbar gruppe. Dette innebar å unngå negative generaliseringer og å sørge for at alle resultater og konklusjoner var grundig forankret i datamaterialet og relevant teori. Jeg har også vært åpen om eventuelle interessekonflikter som kunne påvirke tolkningen eller fremstillingen av resultatene.

5.0 Funn og diskusjon

I dette kapittelet vil jeg presentere og diskutere funnene fra min studie. Problemstillingen «*Hvordan manifesterer elevens algoritmiske tenkning seg når de arbeider gruppevis i matematikk*» sammen med det teoretiske rammeverket og tidligere forskning danner grunnlaget for min analyse. Basert på en tematisk analyse av dataene mine kom jeg frem til tre temaer som jeg vil presentere i dette kapittelet. Disse temaene er:

1. Interaksjon og mediering i elevsamarbeid
2. Algoritmisk tenkning med Excel og Scratch som medierende artefakt
3. Utfordring med problemløsningsarbeidet

Alle tre temaene tar utgangspunkt i videoobservasjonene av elever som jobbet gruppevis med programmering i matematikk.

5.1 Interaksjon og mediering i elevsamarbeid

I utdrag 1.1 jobber Elev1 og Elev2 sammen på en gruppe. Begge elevene jobber på hvert sitt nettbrett i programmet Excel. Ingen av elevene har eksternt tastatur koblet til nettbrettene sine på starten av utdraget. Utdraget viser en samtale som varer litt under ti minutter. I utdraget ser vi hvordan Elev1 stilte spørsmål og Elev2 svarte og i utdrag 1.2 ser vi motsatte roller hvor Elev2 stiller spørsmål og Elev1 svarer.

I utdrag 1.1 ser vi på hvordan Elev1 stilte spørsmål mens gruppen jobbet med relativ frekvens. Spørsmålene som Elev1 stiller er om hvordan programmet fungerer og forståelsen av oppgaven. Eleven stiller mange spørsmål som Elev2 svarer på. Av ni spørsmål svarte Elev2 på syv av spørsmålene. Et av spørsmålene ble stilt to ganger før eleven fikk forståelse for problemet. Første gangen svarte Elev2 korrekt på spørsmålet, men Elev1 forstod ikke svaret. Neste gang spørsmålet ble stilt tok Elev2 over tastaturet og viste Elev1 direkte hvordan man gjorde det (utdrag 1.1, linje 7-12).

Elev1 stiller spørsmål til Elev2:	
1	Elev1: trykker du på (.) blyanten
2	Elev2: jeg trykker bare på (.) den (.)
3	Elev1: hvorfor kom vi så langt ned (.) det er umulig å komme seg opp
4	ingen svarer ((Elev2 blar nedover på sitt nettbrett))
5	Elev1: hvor langt har jeg kommet
6	ingen svarer ((Elev2 holder på å finne frem eksternt tastatur bak ryggen til Elev1))
7	Elev1: hvordan er det man gjorde det

8	Elev2: kommando og så pil opp <i>((begge elevene kobler til eksternt tastatur))</i>
9	Elev1: åja hvordan gjør man det
10	Elev2: ((trykker på skjermen til Elev1 for å vise fremgangsmåte))
11	Elev1: ok (.) hvordan kom du deg opp
12	Elev2: ((Elev 2 ta over det eksterne tastaturet til Elev1 og løser problemet, men sier ingenting. Problemet ble løst ved å trykke på kommando-tasten + pil opp))
13	Elev1: men hvordan skal vi kaste
14	Elev2: bare (.) kaster tydeligvis
15	Elev1: skal det til sammen bli 30 ganger eller 60 ganger
16	Elev2: 60 ganger
17	Elev1: skal jeg kaste begge eller 1
18	Elev2: tror det var 1

Utdrag 1.1

I neste utdrag av samme samtale ser vi nå på hvordan Elev2 stiller spørsmål og Elev1 svarer. I løpet av samme tidsperiode som utdraget 1.1 over stiller Elev2 seks spørsmål hvor kun to spørsmål ble besvart av Elev1. I linjene 5-8, utdrag 1.2, hører Elev2 hvordan løsningen med å komme tilbake øverst i dokumentet kan utføres ved hjelp av kommando-knappen. Elev2 viser fortsatt i linje 7 at hen ikke ennå har forståelse for hva kommando-knappen er. Men i utdrag 1.1 linje 8 over forteller Elev2 løsningen på problemet til den andre eleven.

Elev2 stiller spørsmål til Elev1:	
1	Elev2: skal vi åpne denne på excel
2	ingen svarer ((spørsmålet stilles ut i rommet, vekk fra Elev1))
3	Elev2: er det mer vi skal skrive inn i de
4	Elev1: (ja)
5	Elev2: eh (.) finnes det en måte å gå helt opp
6	Lærer: ja <i>((Elev2 hører lærer og en annen gruppe diskutere kommando-knappen som en løsning for å komme helt opp i dokumentet))</i>
7	Elev2: kommando, hva er kommando
8	Elev1: kommando, jeg vet ikke jeg
9	Elev2: kan man kaste to omgangen vent a
10	ingen svarer ((Elev1 ser på sin egen skjerm))
11	Elev2: hvor er presentasjonen
12	ingen svarer ((Elev1 leter etter presentasjonen på sin skjerm, men svarer ikke))

Utdrag 1.2

I observasjonen av Elev1 og Elev2 som jobber sammen i Excel, ser vi indikasjoner på hvordan samarbeid og interaksjon spiller en nøkkelrolle i deres læringsprosess. Elev1 sine mange

spørsmål indikerer en søken etter forståelse av både programmet og den overordnede oppgaven. Til tross for at Elev2 gir svar på en rekke av spørsmålene, er det spesielt interessant å merke seg situasjonen hvor Elev2 tar over tastaturet til Elev1 for å vise hvordan man løser et problem (utdrag 1.1, linje 12). Her ser vi teknologien i aksjon, ikke bare som et verktøy for utføring, men som et medierende artefakt som kan forsterke samarbeid og kunnskapsdeling. Både samarbeid, mediering og kunnskapsdeling er kjernekomponenter i CSCL-teorien (Ludvigsen & Mørch, 2010). Gjennom denne interaksjonen blir Elev2 en sentral kilde til kunnskap og støtte for Elev1, noe som understreker viktigheten av sosial interaksjon og deltakelse i læringsprosessen innen CSCL.

Når rollene byttes om og Elev2 blir den spørrende, observerer vi en merkbar mangel på respons fra Elev1. Dette kan tolkes som en ubalanse i deres samarbeidsdynamikk og kunnskapsnivå. Vi ser også en antydning til at Elev2 ikke bare stiller spørsmål til partneren sin, utdrag 1.2 linje 1 og 5, men ut i rommet til andre elever og lærer. Likevel, Elev2 sin oppdagelse av *kommando*-funksjonen, etter å ha observert andre samtaler, reflekterer prinsippene i CSCL om læring gjennom samhandling og observasjon.

I samtlige av de tidligere nevnte utdragene som omhandler Excel, har alle elevene deltatt i felles redigering av et Excel-dokument. Programmer som Excel, med sin mulighet for samskriving, kan sies å inneha en innebygd kapasitet for å fremme kommunikasjon og dermed styrke samarbeidet i gruppearbeid. Dette perspektivet støttes av funnene fra Stahl et al. (2014), som vektlegger at innenfor feltet CSCL har det vært en bevisst overgang fra direkte instruksjon fra læreren til samarbeid med medelever i læringen. Datamaskinens rolle har i denne prosessen endret seg fra å gi instruksjoner, i form av fakta eller undervisning, til å støtte opp om samarbeid som et kommunikasjonsverktøy og andre strukturer som fremmer produktiv interaksjon mellom studenter.

Den sosiokulturelle teorien om læring poengterer viktigheten av elevinteraksjoner, hvor læring skjer gjennom deltakelse og samspill (Jeong & Hartley, 2018). I utdrag 1.1 linje 7-12 kan vi se tegn på hvordan teknologiske verktøy, som Excel og eksternt tastatur, intensiverer samhandlingen mellom elevene og muliggjør kunnskapsdeling. Selv om den sosiokulturelle teorien om læring understreker betydningen av elevinteraksjoner, er det viktig å merke seg at samspillet ikke kun er begrenset til direkte samtaler eller diskusjoner. Observasjonen av Elev1 og Elev2 som samarbeider mens de jobber med Excel er et eksempel på hvordan

teknologiske artefakter, som Excel og eksternt tastatur, fungerer som katalysatorer for læring gjennom samhandling og samarbeid. Disse verktøyene gir ikke bare elevene muligheten til å utforske og løse problemer sammen, men de tillater også direkte demonstrasjon av løsningsmetoder. Dette aspektet av teknologien kan sees som en medierende faktor som forsterker samarbeidet og muliggjør en rask og effektiv deling av kunnskap og ferdigheter. I denne sammenhengen blir teknologien en aktiv deltaker i læringsprosessen, og den utfyller de sosiokulturelle prinsippene om deltakelse og samspill. Teknologien gir en ekstra dimensjon til samarbeidet, og den støtter opp om kunnskapsdeling på en måte som kan forbedre forståelsen og læringen til elevene.

Observasjonene gir indikasjoner på elevenes bruk av AT. Mens Elev1 aktivt søkte etter forståelse av programmet, tok Elev2 en mer «hands-on» tilnærming ved å demonstrere praktiske anvendelser og løsningsstrategier. Dette viser hvordan teknologiske verktøy kan støtte opp om abstrakt problemløsning, der elever arbeider med å forstå og løse komplekse utfordringer ved å dekonstruere dem i mindre trinn og eksperimentere med forskjellige tilnærminger.

Det er interessant å merke seg Elev1 sin atferd under observasjonen, spesielt når det gjelder å svare på Elev2 sine spørsmål. Dillenbourg (1999) fremhever hvordan individets subjektive oppfatning av egen ekspertise kan påvirke interaksjoner i samarbeidssituasjoner. Det er mulig at Elev1 oppfatter seg selv som mindre kunnskapsrik og derfor vegrer seg for å svare på henvendelser fra Elev2. Dette kan tenkes støttes av observasjonene der Elev1 stiller spørsmål til Elev2, men mer sjeldent gir tilbake hjelp når Elev2 trenger det.

Imidlertid observerer vi en skiftende dynamikk senere i samarbeidet. Når fokus skifter til hvordan formler skrives i Excel, tar eleven en mer dominerende rolle, der Elev1 gir råd om en feil i Elev2 sin kode. Her lener Elev1 seg over nettbrettet til Elev2 og gir en mulig løsning på problemet til Elev2:

Elev1 viser Elev2 en mulig løsning:	
1	Elev2: det det er noe galt min prøver å endre på seg
2	Elev1: mmh ((lener seg over nettbrettet til Elev2))
3	Elev1: ikke antall hvis da ikke hvis sett
4	Elev2: jeg vet men () er noe galt med () egentlig

Utdrag 1.3

Dette illustrerer hvordan en elev sin selvoppfattelse av ekspertise kan skifte, avhengig av spesifikke aspekter av oppgaven. For eksempel, mens Elev1 kan oppleve seg som mindre kunnskapsrik i begynnelsen av samarbeidet når det gjelder å forstå visse elementer i oppgaven, kan denne oppfatningen endre seg når fokus skifter til andre aspekter, for eksempel formler i Excel. Dette dynamiske skiftet i ekspertrollen er i tråd med Dillenbourg (1999) sin observasjon om at ekspertrolle-dynamikken kan endre seg innenfor et samarbeid.

En viktig del av elevenes samarbeid er deres bruk av medierende artefakter (Jeong & Hartley, 2018). La oss ta en nærmere titt på en forkortet tekst av Utdrag 1.1 for å forstå hvordan Elev2 benytter talespråk som et medierende artefakt for å svare på Elev1 sine spørsmål.

Forkortet tekst fra utdrag 1.1:	
7	Elev1: hvordan er det man gjorde det
8	Elev2: kommando og så pil opp
..	
11	Elev1: ok (.) hvordan kom du deg opp
12	Elev2: ((Elev 2 ta over det eksterne tastaturet til Elev1 og løser problemet, men sier ingenting. Problemet ble løst ved å trykke på kommando-tasten + pil opp))
13	Elev1: oja det er derfor

Utdrag 1.4

Her ser vi et eksempel på hvordan talespråket fungerte som et medierende artefakt. Språket ble brukt for å forsøke og lette forståelsen og samarbeidet mellom elevene. Det kan være flere årsaker til at svaret i linje 8 ikke førte til at Elev1 fikk forståelse for hvordan problemet med å komme opp til toppen av regnearket kunne løses. Kanskje eleven ikke hørte svaret, var for opptatt med egen skjerm, eller manglet kjennskap til betydningen av «kommando» i denne sammenhengen. Et tidligere utsagn fra Elev1 kan antyde sistnevnte: «kommando (.) jeg vet ikke jeg», som svar på Elev2 sitt spørsmål: «kommando hva er kommando». Likevel ble det klart i Utdrag 1.4, linje 12 og 13 at Elev1 forstod fremgangsmåten etter at Elev2 demonstrerte løsningen på problemet ved hjelp av Elev1 sitt tastatur.

Forskningen til Cierniak et al. (2009), presentert i kapittel 3.2.1, kan gi en mulig forklaring eller et perspektiv på Elev1 og Elev2 sin interaksjon. Kun å motta verbale instruksjoner som medierende artefakt kan ha vært utilstrekkelig for Elev1, særlig med tanke på den kognitive belastningen fra "split-attention"-effekten. Dette kan ha skjedd ved at Elev1 ble distraheret av andre stimuli som ikke støttet problemstillingen. Det eksterne tastaturet, som fungerte som

et fysisk medierende artefakt, kan ha hjulpet til å forene den muntlige forklaringen med visuell og taktil informasjon. Dette samsvarer med Cierniak et al. sin observasjon om at en kombinasjon av flere perspektiver bidrar positivt til læringsprosessen. Etter at Elev2 både hadde presentert svaret muntlig og visualisert løsningen ved hjelp av et tastatur observerer vi at Elev1 gir uttrykk for økt forståelse for problemstillingen.

5.2 Algoritmisk tenkning med Excel og Scratch som medierende artefakt

Som nevnt i innledningen er AT en problemløsningsmetode. Innenfor AT finnes det mange områder som jeg kunne snakke om, men jeg har valgt å konsentrere meg om området fikling. Dette kapittelet vil se på hvilke indikasjoner på fikling innenfor AT jeg har observert i min forskning.

Fikling er en viktig del av AT og kan forenklet sees på som å prøve seg frem eller eksperimentere (BarefootComputing, u.å.e). Læreren ga oppgaver som var av typen guidet fikling ved at elevene først fikk ferdiglagde elementer som de skulle jobbe med og senere var oppgaven mer åpen som ga mulighet for å jobbe med videre utforskning og ved hjelp av egen fantasi. Dette i tråd med Dohn (2020) sine anbefalinger (se kapittel 2.1.1). I utdrag 2.1 kan vi se korte utdrag over hvordan elever uttrykte seg når de fiklet med programmene:

Oversikt over to elever som fiklet med Excel	
Elev1	<ul style="list-style-type: none"> - trykker du på (.) blyanten - er på 16000 da jeg har (snakket om) 10000 - jeg markerte de under (.) eller fra h til u - hei hvis du tar ned () og her sånn når du tar nede
Elev2	<ul style="list-style-type: none"> - jeg trykker bare på (.) den (.) - eh (.) finnes det en måte å gå helt opp - og så er lik hva da (.) er lik tilfeldig mellom - ehm (.) (lime inn) ()
Oversikt over to elever som fiklet med Scratch	
Elev11	<ul style="list-style-type: none"> - hvordan gjetter jeg (.) £jeg gjorde det på første forsøk£ yes - jeg finner det ikke - men hvor - det er den (.) det er den
Elev12	<ul style="list-style-type: none"> - hvor ble den £av£ - nå heter min bare (lasaros) - det er outline her - veldig fin (.) min var litt finere da

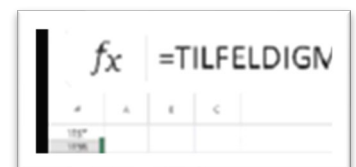
Utdrag 2.1

Elevene viste villighet til å prøve seg frem selv uten at lærer måtte be dem om å gjøre konkrete ting i programmene. Lærer presenterte dagens oppgave og sa hvilket program elevene skulle jobbe i. Resten var opp til elevene selv å finne ut av i løpet av timen. Elevene trykket på knapper, skrev funksjonsuttrykk og diskuterte utfallet av hva de prøvde å gjøre i programmet.

Første dagen med observasjon var det flere grupper som eksperimenterte i Excel med navigasjon. En av disse gruppene bestod av Elev3 og Elev4. Elevene i denne gruppen jobbet på hvert sitt nettbrett uten eksternt tastatur tilkoblet. Elevene diskuterte med hverandre, lærer og Elev5 fra en annen gruppe om hvor lang ned i Excel-dokumentet de hadde kommet.

I utdrag 2.2 ser vi hvordan tre elever og læreren diskuterer Excel og navigering i dokumentet. Elev4 presenterer rad-nummer 3.7 millioner og spør om Elev5 klarer å slå det tallet. Elev5 sier at 3.7 millioner ikke er mulig å oppnå og diskusjonen fortsetter rundt tallforståelsen her.

Elev5 uttaler at det ikke finnes så mange rader (utdrag 2.2, linje 3 og 5), men han viser det ikke på sin egen skjerm der høyeste tallet jeg observerte var et firesifret tall. Det eksakte tallet er ikke mulig å se på rådataene



Figur 13: Skjerm bilde av Excel

grunnet for lav oppløsning på skjermopptaket (Figur 13). Elev5 sin påstand, at det ikke finnes så mange som 3 millioner rader, stemmer da den versjonen av Excel elevene benyttet har maks litt over 1 million rader. Det kommer ikke frem av observasjonsmaterialet mitt om dette var reel kunnskap eleven besatt eller ikke. Siste del av samtalen involverer læreren som sier til elevene hvordan de kan komme til toppen av dokumentet med en tastekombinasjon på et eksternt tastatur (utdrag 2.2, linje 14).

Samtale mellom Elev3, Elev4, Elev5 og lærer:	
1	Elev4: oj jeg er jeg er også sånn (.) jeg er på 3 millioner jeg (.) £wohoo£ Elev5 klarer du å slå det eller Elev5 Elev5 (.) ELEV5 klarer du å slå det å bla ned til 3millioner 700 tusen
2	Elev4: jeg bladde ned til 3millioner 700 tusen
3	Elev5: bla til enden din (måle) det er ikke 3 millioner ()
4	Elev3: jo det er det
5	Elev5: ikke nederst engang (.) ikke 3 millioner noe()
6	Elev4: nei det er (.) 375 000 (.) det er ikke lite det lagges da det er så mange høye tall (.) det lagges
7	Elev5: 30 000 mener du
8	Elev4: ja men du prøv å bla ned ditt a tar lang tid
9	Elev5: jeg har bladd hele veien ned til enden
10	Elev4: ja
11	Elev5: jeg har bladd så ned langt til siden og så langt ned som det går

12	Elev3: LÆRER jeg er så langt (.) jeg er så langt (.) jeg bare blar så mye
13	Elev4: han starter nede her
14	Lærer: HÆ (.) alle dager (.) prøv å koble til tastatur bruk kommando og så pil opp
15	Lærer: åssen kommer du så langt ned a
16	Elev4: jeg vet ikke
17	Elev3: jeg henter tastaturet mitt

Utdrag 2.2

I tråd med sosiokulturelle læringsteorier, kan vi forstå at elevinteraksjon utgjør kjernen av læringen i CSCL. Gjennom samarbeid, gjensidig læring, observasjon av læringsprosesser og stilling av spørsmål, oppnår elevene forståelse og kunnskap (Stahl et al., 2014).

Som tidligere nevnt i kapittel 1.2, er nysgjerrighet en sentral komponent i AT.

Nysgjerrigheten som ble vist av elevene i utdrag 2.2, spesielt i forbindelse med navigasjon i Excel, ledet til en samtale om programmets muligheter, tolkningen og verbalisering av tallverdier. Både Elev3, Elev4 og Elev5 utforsket hvor langt ned i dokumentet de kunne navigere. Selv om Elev5 hevdet at det ikke var mulig å nå 3 millioner i Excel, viste han ikke dette på sin egen skjerm. Ved hjelp av skjermopptaket av Elev5 sin skjerm observerte jeg at han bare hadde nådd firesifrede tall. Imidlertid overbeviste Elev5 både Elev3 og Elev4, om at han hadde rett, ved å uttrykke seg muntlig (se utdrag 2.2, linje 5). Elev5 hevdet å ha bladd helt ned og til siden, og dette språklige bidraget syntes å være tilstrekkelig for å overbevise de andre elevene uten nødvendigvis å demonstrere det i sitt eget program. Denne bruken av språk som er medierende artefakt illustrerer hvordan kommunikasjon kan påvirke læring og oppfatninger i en CSCL- og AT-kontekst.

På bakgrunn av Utdanningsdirektoratet (u.å.d) som snakker om viktigheten av å lære seg problemløsning for det virkelige liv, vil jeg argumentere at det er viktig å lære elevene å fikle med programmer og gjenstander de møter på skolen og i hverdagen. Teknologien utvikles raskt og elevene trenger å bli rustet til å møte den nye hverdagen. Arbeidsmåten fikling, som beskrevet av Resnick og Rosenbaum (2013), representerer en verdifull tilnærming til å takle raske endringer i dagens miljø. «Fiklere» har en evne til raskt å tilpasse seg og finne kreative løsninger på nye utfordringer. Denne tilnærmingen vektlegger fleksibilitet og kreativitet fremfor streng effektivitet, noe som er spesielt verdifullt i en verden som stadig forandrer seg.

Historisk har programmering ofte blitt oppfattet mer som en oppgave fokusert på effektivitet, for eksempel læringen av hvordan man mest effektivt sorterer en liste med tall,

enn en aktivitet som fremmer eksperimentering og improvisasjon (Resnick & Rosenbaum, 2013). Forfatterne assosierer algoritmiske elementer med logikk og presisjon som ikke harmonerer med tanken om å eksperimentere. Det er vanskelig å eksperimentere seg frem til hva slags algoritme som er raskest til å sortere en liste med elementer i programmering. Her kan man eksempelvis lese på internettsider for å lære av hva andre personer har kommet frem til før deg eller gå analytisk til verks og teste en og en ting i koden.

Som forklart i teorikapittelet mitt, utgjør denne analytiske tilnærmingen med fokus på iterering, algoritmebehandling, og tenkning som en informatiker, grunnlaget for AT. Det er imidlertid viktig å understreke at dette ikke direkte omfatter den delen av AT som er kjent som fikling. En beskrivelse av fikling som passer godt med min egen oppfatning er basert på Heroman (2017) sin artikkel: Fikling er den lekne slektningen til den mer seriøse ingeniøraktiviteten. Ingeniørarbeid begynner ofte med klare problemer som skal løses, som å bygge en bro eller et hus. Fikling derimot starter med enkle spørsmål, som «*Hva kan jeg gjøre med dette?*» eller «*Hvordan fungerer denne?*».

Mennesker assosierer ofte fikling med fysisk bygging som for eksempel å bygge et slott av legoklosser (Resnick & Rosenbaum, 2013). Denne måten å fikle på er noe vi finner igjen i programmet Scratch som vi skal se på videre.

Mine observasjoner indikerte at elevene benyttet en annen fremgangsmåte i Scratch sammenlignet med Excel. Som illustrert i utdrag 2.2 ovenfor, dreide samtalen rundt arbeidet med Excel seg om programnavigasjon og tallforståelse. I tillegg ser vi i utdrag 2.1 at samtalen inkluderte mindre segmenter som fokuserte på spesifikke knappetrykk, markering av rader og kolonner, samt bruk av innebygde funksjoner i programmet. Dette kan antyde at samtalen i Excel var mer rettet mot håndtering av konkrete programelementer og forståelsen av disse komponentene.

Mens i arbeidet med Scratch så observerte jeg at samtalen var mer rettet mot utforskning og design. Elevene diskuterte opprettelsen av egne spill, hvilke kodeblokker gjør hva, design av figurer og animasjon. Her handlet samtalen oftere om utforskning av elementer utenfor oppgaven enn i Excel hvor elevene fulgte mer oppgavens struktur.

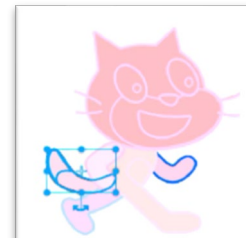
Andre observasjonsdag jobbet elevene med programmering i Scratch. Gruppen som bestod av Elev5 og Elev12 satt på hvert sitt nettbrett uten noen andre tilkoblede enheter. Elevene

snakket frem og tilbake om hva som skjedde på hvert sitt nettbrett, mens de jobber med oppgaven: «Får du femmer'n?» (Vedlegg 4.2).

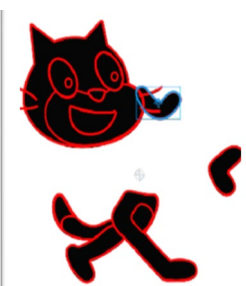
I utdrag 3.1 ser vi hvordan to elever designer egne figurer ved hjelp av Scratch-programmet. Dette gjorde elevene etter at lærer hadde gitt oppgaven, samtidig med at lærer gikk igjennom hvordan man brukte programmet til for eksempel å lage en variabel i programmering. Design av figurer er ikke noe vi finner igjen i oppgaveteksten, men elevene valgte selv å bruke tid på dette, mens lærer underviste i blokkprogrammering. Jeg har observert at lærer heller ikke stoppet elever senere fra å jobbe med design når han gikk rundt i klasserommet.

Elevene snakker først om fremgangsmåten for å endre på en figur i linje 2 og 3, hvor Elev12 sier at «*det er outline her*» mens hen peker på sin egen skjerm for å vise hvordan det gjøres. Videre snakker dem om hvilken av figurene deres som ser finest ut, linje 4-9. Og snakker videre i linje 12-18 at figuren til Elev5 nå ser ut som den har en penis. Elevene følger fortsatt med på undervisningen mens de lager figurene sine. Dette observerer vi i linje 11, der Elev12 sier «*hæ hva trykke han på nå (.) lagde du en ny variabel*», siste delen av denne uttalelsen var adressert til læreren som svarte «ja» og fortsatte med undervisningen sin.

Elev5 og Elev12 har en samtale om design av figurer i Scratch	
1	Elev12: nå heter min bare (lasaros)
2	Elev5: hvordan fikk du sånn
3	Elev12: det er outline her
4	Elev12: den var veldig pen
5	Elev5: tusen takk
6	Elev12: veldig fin (.) min var litt finere da
7	Elev5: nei
8	Elev12: jo det er sånn (.) deformerte ben og sånt (.) £hehe£
9	Elev12: £latter£ hva (sier du) hvordan klarte du å få sånn £hehe£
10	Elev5: (tar en du)
11	Elev12: hæ hva trykke han på nå (.) lagde du en ny variabel
12	Elev5: det her er liksom ment å være pikken () (.) det her er pikken hans
13	Elev12: hvorfor er den der
14	Elev5: sukk
15	Elev12: ta den litt mer (.) den (.) så jo ikke ut som det
16	Elev5: men den har sånn kropp (.) liksom gjemt
17	Elev12: ta den da
18	Elev5: den sitter (.) det er (hund) (.) (.) det holder



Figur 14: Skjerm bilde av figurdessign i Scratch, Elev12



Figur 15: Skjerm bilde av figurdessign i Scratch, Elev5

Samtalen over (utdrag 3.1) antyder hvordan Scratch fungerer som et medierende artefakt mellom elevene og deres estetiske utforskning. Denne samtalen er kanskje ikke direkte relatert til problemløsning ved hjelp av AT, men den kan relateres til Rasmussen og Ludvigsen (2010) sin forskning på sosiokulturen som sier det er essensielt å undersøke hvordan folk benytter seg av de medierende artefaktene rundt dem.

Samarbeidet mellom Elev5 og Elev12 viser hvordan elevene arbeider kreativt med elementer i periferien til oppgaven. I Chongo et al. (2020) sin forskning argumenterer forfatterne for at kreativitet er en viktig teknikk for å kunne adressere utfordringer i samfunnet. Elevene hadde i Scratch autonomi til å utforske egne løsninger, fremgangsmåter og kunne leke seg med teknologien. Det å ha autonomi i arbeidet var noe Papert (1980) så på som essensielt for å kunne bli kreative og skape egne løsninger.

I samtalen mellom Elev5 og Elev12, ser vi hvordan teknologien kan fungere som et verktøy for kreativ utforskning og uttrykk. Selv om oppgaven ikke direkte oppfordret til figurdessign, valgte elevene å engasjere seg i denne aktiviteten. Dette viser tegn til hvordan Scratch, som et visuelt programmeringsverktøy, gir elevene muligheten til å eksperimentere og utforske ulike aspekter av programmet som de finner interessante eller engasjerende.

Samtalen gir også innsikt i hvordan teknologien kan fungere som en bro mellom det kreative og det tekniske. Elev5 og Elev12 diskuterer ikke bare designvalgene for figurene, men også tekniske elementer som bruk av variabler og interaktivitet i programmet. Dette viser hvordan teknologien kan legge til rette for en helhetlig forståelse av både design- og programmeringselementer. Bakgrunnen for å si at Scratch brukes som et medierende artefakt kan vi knytte til Vygotsky (1978) sine tanker om at artefaktet må inngå i læringsprosessene og de kognitive prosessene til elevene. De kognitive prosessene her kan vi se fra samspillet til elevene som oppstår rundt valgene de tok i programmet.

Utdrag 3.1 illustrerer et eksempel på CSCL hvor elevene jobber sammen med teknologiske verktøy og deltar aktivt i å utvide hverandres løsninger. For eksempel, i linje 2 og 3, spør Elev5 Elev12 om teknikken som ble brukt for å få figuren til å se ut som på Elev12 sin skjerm (Figur 14). Elev12 svarte med «.. *outline* ..» som førte til at Elev5 startet å jobbe med konturen til figuren sin. Denne samarbeidende utvekslingen av informasjon indikerer det Dillenbourg (1999) beskriver som den interaktive og kunnskapsbyggende karakteren til CSCL,

der interaksjoner ikke nødvendigvis forekommer hyppig, men betydelig påvirker deltakernes kognitive prosesser.

Vi ser antydning til kritisk interaksjon i samtalen der elevene stiller hverandre spørsmål, gir tilbakemeldinger og utforsker ulike synspunkter i forhold til hvordan figurene skal se ut. Kritisk interaksjon er det som gjør tenking og læring mulig i sosiokulturelt rammeverk (Jeong & Hartley, 2018).

Elevene gir hverandre tilbakemelding på designvalg og deler «humoristiske» kommentarer, noe som kan bidra til å styrke samhørigheten mellom dem. Det å la elevene få leke med programmet på egne vilkår og samtidig ikke lage for strenge rammer for hva elevene får lov til å gjøre i timen, kan være med på å motivere elevene til å jobbe videre med programmering. Ved å la elevene få jobbe på egenhånd kan det føre til at elevene blir mer motiverte for å jobbe med programmering i Scratch (Dohn, 2020).

Tidligere forsket Nugent et al. (2019) på utviklingen av smartklær (teknologi integrert i klær). I denne forskningen ble det observert at lærere involvert i prosjektet ofte ble overrasket over den betydelige tiden elever investerte i den estetiske aspekten av arbeidet. Elevene måtte ofte velge mellom å gi opp det estetiske designarbeidet for å rekke fristen, eller å ikke fullføre prosjektene fordi de ønsket å ferdiggjøre den estetiske utformingen. Forskningen til Nugent et al. omhandlet utvikling av fysiske teknologiske produkter med programmering for funksjonalitet. Til tross for dette, vil jeg argumentere for at observasjonene fra min egen forskning, som viser at elever bruker tid på estetiske aspekter som kan redusere tiden tilgjengelig for andre oppgaver, er sammenlignbare med deres funn.

Denne samtalen i Scratch gir et innblikk i hvordan teknologien kan påvirke samspillet og oppførselen mellom elevene. Selv om oppgaven i Scratch ikke spesifikt handlet om design av figurer, valgte Elev5 og Elev12 å eksperimentere med dette aspektet av programmet mens de fulgte med på lærerens undervisning. Dette viser hvordan teknologien kan gi rom for kreativ utforskning og eksperimentering, selv innenfor rammene av en mer strukturert oppgave. Men vi observerer også at det kan gå med tid til arbeid som ikke fører elevene videre i oppgaven. Det kan være interessant for videre forskning å undersøke i hvilken grad tidsbruk på aktiviteter som estetisk arbeid, som ikke er direkte relatert til oppgavens mål, påvirker elevers fremgang i oppgaveløsning.

Det at elevene gjør noe annet enn det oppgaven spør om kan også tyde på at de kjeder seg eller er umotiverte. Dohn (2020) kom frem til at bruken av Scratch alene ikke er nok til å motivere elever. Oppgavene må struktureres på en slik måte at elevene får tid og mulighet til å utforske programmene på egent initiativ og ikke kun basert på lærerens instruksjon.

På den ene siden observerte jeg at elevene i forskningen var engasjerte i arbeidet med Scratch, og de viste en villighet til å utforske programmet samtidig som de fulgte med på lærerens undervisning. Dette ser vi i utdrag 3.1, linje 11 hvor Elev12 spør lærer hva han akkurat gjorde på tavlen, samtidig som eleven designet sin karakter. Svar fra læreren var: *«ja jeg skal lage en ny variabel og den skal ikke hete tall 5 den skal bare hete vinnertall (.) var litt rask her»*. Vi kan tolke av svaret til læreren her at han hadde gått frem litt raskt og at spørsmålet fra Elev12 var et passende spørsmål. Fra dette tidspunktet fortsatte Elev12 med å lage en ny variabel i programmet samtidig som hen diskuterte figuren til Elev5 som vi ser i utdrag 3.1, linje 12 og ut.

Denne observasjonen får støtte av Chao (2016) sin forskning på problemløsning ved hjelp av visuelle programmeringsmiljøer som Scratch. Chao fant at et visuelt problemløsningsmiljø gir teknologisk støtte til læring av programmering gjennom å løse beregningsproblemer. Dette miljøet hjalp elevene med å utvikle effektive beregningspraksiser og designstrategier. For eksempel, elever som anvendte en mer selektiv tilnærming til beregningspraksis, har en tendens til å bruke mer avanserte designstrategier som å nøste forskjellige kontrollflytstrukturer. Dette kan føre til mer effektive dataprogrammer. Derfor kan elever som er motiverte til å engasjere seg meningsfylt med det visuelle problemløsningsmiljøet, utvikle mer effektive strategier for beregningsdesign og dermed prestere bedre i beregningsproblemløsning. Slik stillasbygging for meningsfylt interaksjon kan dyrke elevenes programmeringsferdigheter og designstrategier.

Gjennom interaksjon med hverandre og med teknologien utvider og bygger elevene sin forståelse, et fenomen som Vygotsky (1978) beskrev som å operere innenfor *«sonen for nærmeste utvikling»*. Dette handler om øyeblikket hvor elevene kan oppnå en høyere forståelse med hjelp fra andre eller med støtte fra medierende artefakt. Jeg har valgt å ikke gå nærmere inn på Vygotsky sin teori om nærmeste utviklingszone grunnet omfanget av denne masteroppgaven.

5.3 Utfordring med problemløsningsarbeidet

I dette kapitlet utforsker vi utfordringene elevene møtte i sitt arbeid med Excel. Elevene arbeidet parvis med en matematisk oppgave som involverte simulering av terningkast, detaljert beskrevet i vedlegg 4.1. Utfordringen oppsto når de skulle beregne frekvensen av terningkast ved hjelp av en Excel-funksjon som genererte tilfeldige tall. Disse tallene endret seg når elevene gjorde andre handlinger i programmet, noe som førte til utfordringer for elevene i deres arbeid med å forstå og løse oppgaven, som vi ser av teksten fremover.

Excel dokumentet som læreren hadde laget, bestod av flere felt som genererte nye tall hver gang det skjedde en endring i programmet. Elevene hadde ikke blitt fortalt av læreren på forhånd at Excel alltid vil generere nye tall ved bruk av denne funksjonen. I utdrag 4.1 utforsker vi en oversikt over utsagn som elevene kom med i sine respektive grupper. Jeg har valgt å dele opp tabellen under i en og en elev med deres ytringer rundt utfordringen med programforståelsen i Excel.

I utdrag 4.1 kan vi observere hvordan elevene uttrykker at programmet ikke oppfører seg som forventet. Elev2 beskriver et uidentifisert problem, uttrykt som «... noe galt med () ...» i linje 2 og 3. I disse utsagnene er deler av elevens uttalelse for uklare til å tyde talen, som markert med (). I linje 4 uttaler Elev2 at resultatene endret seg med hver handling i programmet.

Elev4 bruker begreper som «*annerledes*» og «*endrer seg*» for å beskrive sine observasjoner, og gjentar observasjonen sin om endrede tall i linje 6-10. I linje 10 peker eleven på skjermen og bemerker endringen av tallene, noe som indikerer en erkjennelse av problemet.

Elev5 anvender kraftige ord som «*faen*» i linje 11 når hen snakker om endringene. I linje 13 og 14 diskuterer Elev5 med en medelev om de endrende tallene. I linje 15 bemerker eleven at en annen utregning, som er basert på disse tallene, også endrer seg.

Elev7 kommenterer også de endrende verdiene i linje 17-19. I linje 20 og 21 gir eleven en mer detaljert beskrivelse av hva som skjer teknisk i programmet, ved å påpeke at nye tall genereres hver gang Enter-tasten trykkes.

Flere elever har utfordringer med Excel	
1	Elev2: det det er noe galt min prøver å endre på seg
2	Elev2: jeg vet men () er noe galt med () egentlig
3	Elev2: altså tror det er noe galt med ()
4	Elev2: hello (.) eh (.) den gir meg annerledes av hver gang jeg har gjort det
5	Elev2: det fher er tullf
6	Elev4: nei nå ble det annerledes igjen
7	Elev4: nei sånn (.) ja den her endrer seg hele tida den greia her da (.) nå har den endra seg (.) hvordan gjorde man antall totale kast
8	Elev4: den endrer seg hele tiden
9	Elev4: ja erlik antall (.) også markere du alt (.) men de tallene endrer seg hele tiden så vi har ikke likt lenger
10	Elev4: nei den endrer seg hele tiden det er så dårlig (.) jeg har like mange 2ere som du har 3ere da(.) (.) 219
11	Elev5: hei hvordan faen flyttet den på seg
12	Elev5: den får jo ikke nye kast hele tida
13	Elev5: [så hvi det står 1 et sted så kan] det stå fem nå
14	Elev5: [ja no shit a] (.) var bare bare sto endring
15	Elev5: HVA hei nå fikk jeg 15 prosent (.) fra 18 til 15 prosent
16	Elev5: () beveger på seg hver gang ((eleven bemerker at simuleringen kjører hver gang lærer trykker på spesifikke taster som for eksempel backspace))
17	Elev7: ja men se de her endrer seg å
18	Elev7: jeg vil ha vil ha (.) (oj jøss) (.) nei nei ikke hele ikke hele ikke hele
19	Elev7: neiee (.) det det er ikke så farlig fordi de har bytta på det () (.) for jeg tror ikke det blir riktig riktig (.) O
20	Elev7: det er fordi du simulerer hver gang du trykker på enter
21	Elev7: ja men det simulerer hver gang du [trykker () (.) (oja biskyll biskyll biskyll oha)

Utdrag 4.1

Elev2 sine vanskeligheter med å artikulere problemene i Excel kan sees som en utfordring i AT, spesielt i aspektet av problemløsning. Dette kan vi se i utdrag 4.1, linje 1-3 der eleven ikke klarer å sette ord på problemene på noen annen måte enn å uttrykke at *noe* er galt. Dette antyder viktigheten av å utvikle en systematisk tilnærming til problemer som nevnt av Bocconi et al. (2016) der logisk tenkning nevnes for å kunne identifisere og generalisere mulige løsninger til lignende situasjoner senere. På bakgrunn av artikkelen til Bocconi et al. vil jeg argumentere for at manglende evne til å artikulere problemene kan gjøre det utfordrende for Elev2 å generalisere og anvende denne forståelsen i lignende fremtidige situasjoner.

Utfordringene til Elev2 her kan ha sammenheng med teknisk kompetanse eller begrensning i elevens språklige repertoar. Dette understreker viktigheten av språk som et middel for kommunikasjon. Vygotsky (1978) belyste språkets rolle som et essensielt medierende artefakt i sosiokulturell læring, hvor det fungerer både som et middel for sosial interaksjon og som en grunnleggende komponent i kognitiv utvikling. Han vektla hvordan individuell kognitiv utvikling er dypt forankret i og påvirket av sosiale og kulturelle kontekster, med språk som en nøkkel til å bygge bro mellom det sosiale og det individuelle. Når elevene ikke klarer å forklare problemene de støter på kan det tenkes å være vanskelig å kommunisere problemet til andre elever eller lærer.

Elev4 gjentar gjennom utdrag 4.1, linje 6-10, at tallene i Excel endrer seg, men søker ikke videre grunnen til hvorfor tallene endrer seg. Denne observasjonen kan peke på en manglende dybdeforståelse av Excel, og spesielt en viktig ferdighet i AT som er feilsøking. Feilsøking, er prosessen med å identifisere og rette feil (BarefootComputing, u.å.d), og blir fremhevet i litteraturen som en ferdighet i AT (Shute et al., 2017).

Ved å se på Elev4 sin samtale med partneren Elev3 i utdrag 4.2, observerer vi at selv om Elev4 anerkjenner at tallene endrer seg, utforsker ikke eleven nærmere årsaken til dette fenomenet. I stedet for å adressere problemet direkte, fokuserer Elev4 på hvordan man utfører spesifikke oppgaver, som å beregne totale kast (linje 6). Denne mangel på feilsøking og problemløsning indikerer et potensielt behov for mer opplæring og veiledning i denne ferdigheten.

Samtale mellom Elev3 og Elev4	
1	Elev4: nei nå ble det annerledes igjen
2	Elev3: ()
3	Elev3: det gjorde du ikke sant
4	Elev4: noe sånt her
5	Elev3: er det feil eller er det riktig
6	Elev4: nei sånn (.) ja den her endrer seg hele tida den greia her da (.) nå har den endra seg (.) hvordan gjorde man antall totale kast
7	Elev3: ()
8	Elev4: hvordan gjorde man det

Utdrag 4.2

Elev5 bemerker i utdrag 4.1, linjer 11-14, endringene i tallene. Imidlertid, når et annet tall i regnearket endrer seg i linje 15, er det ikke umiddelbart tydelig om Elev5 forstår hvordan

dette problemet er relatert til den første utfordringen. Denne situasjonen kan muligens indikere en delvis forståelse av Excel som et intellektuelt medierende artefakt. Ifølge Vygotsky (1978) kan en slik delvis forståelse være et viktig steg i læreprosessen, ettersom det viser overgangen fra ytre mediert handling til indre kognitiv forståelse.

Den delvis forståelsen Elev5 demonstrerer, tyder på et potensielt behov for ytterligere utvikling av ferdighetene abstraksjon og generalisering i AT. Som Shute et al. (2017) forklarer, omhandler abstraksjon evnen til å trekke ut relevant informasjon fra systemer og identifisere mønstre og likheter. I dette tilfellet kunne Elev5 ha dratt nytte av å forstå sammenhengen mellom tallene som endret seg og konsekvensene det hadde for de beregnede prosentene i oppgaven.

Shute et al. skriver at generalisering omfatter bruken av AT-strategier for å løse nye problemer. Dette innebærer evnen til å bruke lærte prinsipper eller løsninger i ulike sammenhenger. For Elev5 betyr dette å kunne anvende forståelsen av hvordan tallene endrer seg i Excel til å løse lignende problemer i fremtiden, ikke bare å gjenkjenne problemet når det oppstår.

Elev7 viser tilsvarende problem som resten av de nevnte elevene, men forskjellen er at Elev7 viser et bedre teknisk ordforråd og bruker disse ordene for å forklare problemene og løsningen. Eksempel utdrag 4.1 linje 20 bruker eleven begrepet «*simulerer*» som er det samme begrepet som lærer brukte på starten av timen. Eleven knytter også problemet til å skje hver gang man trykker på Enter-knappen i regnearket, som er et nyttig svar sett fra et teknisk perspektiv om hvordan Excel generer nye tall. Her ser vi hvordan eleven har internalisert begreper som *simulerer* og *Enter-knappen* som antyder tegn på elevens kognitive utvikling og forståelse av det tekniske aspektet av Excel og begrepet simulering. Interaksjonen mellom elevene er kjernen av læringen i CSCL og elevene oppnår kunnskap ved å lære av hverandre (Stahl et al., 2014). Her kan vi tenke oss at eleven Elev7 forklarte problemet til fikk en ny forståelse av problemet etter at Elev7 gjentok kjente begreper samtidig som hen nevnte konkrete fremgangsmåter å reprodusere problemet på som i dette tilfelle var å trykke på Enter-knappen.

Det kan være fordelaktig å gi elevene tilstrekkelig støtte i opplæringen for å styrke deres ferdigheter i AT. En tilnærming kan være å oppmuntre elevene til å dele opp komplekse

oppgaver i håndterbare deler. For eksempel, i oppgaven i Excel, kunne elevene først fokusert på å generere tall, før de deretter beregnet den relative sannsynligheten ved hjelp av en Excel-funksjon. En slik sekvensiell tilnærming, hvor elevene stopper opp og reflekterer over hvert trinn, spesielt når de støter på uventede resultater som re-generering av nye tall, kan gi dem en dypere forståelse for hvert enkelt steg i prosessen. Dette reflekterer tenkemåten til en informatiker, som fremhevet av Curzon (2015), hvor algoritmebehandling og iterativ problemløsning stod sentralt.

Schulte og Magenheim (2005) forsket på nybegynnere innen programmering på videregående skole. Her fant forskerne at elevene i forskningen ikke så mulighetene i å dele opp oppgavene i mindre steg. Deres forskning kan knyttes til min på bakgrunn av at begge gruppene med elever var nybegynnere og dermed kan sies å ha lignende erfaringsnivå med programmering. Schulte og Magenheim fant at de elevene med mer erfaring arbeidet iterativt, de planla, så over arbeidet og skrev på nytt. Dette var til kontrast til nybegynnerne som arbeidet mer lineært med oppgavene. Elevene jeg observerte arbeidet på samme måten, arbeidet var veldig lineært hvor elevene tok en oppgave om gangen og ikke så over sitt egent arbeid når de var ferdige. Når elevene mente de var ferdige gikk de videre til neste oppgave uten å se tilbake på oppgaven og diskutere hva de hadde lært.

I matematikk og programmering finnes det ofte flere løsninger på samme problem, som påpekt av Weintrop et al. (2016). Det er derfor nyttig at elever lærer å vurdere ulike mulige tilnærminger og basere sine beslutninger på informerte valg. Mens en lineær tilnærming til oppgaveløsning kan være hensiktsmessig i noen situasjoner, kan det begrense elevenes evne til å utforske og vurdere forskjellige alternativer. Det er viktig å oppmuntre elever til å planlegge og diskutere løsningsstrategier sammen, noe som kan fremme en dypere forståelse av problemet. Ifølge Weintrop et al., kan elever som utvikler denne ferdigheten effektivt vurdere ulike løsninger basert på flere faktorer som begrensninger, krav, og tilgjengelige ressurser.

Mine observasjoner av elevene i forskningen min indikerer at nybegynnere ofte har begrensede ferdigheter i AT, noe som stemmer overens med Schulte og Magenheim (2005) sine funn. Det kan derfor være nyttig å fokusere på undervisning i hvordan man bryter ned oppgaver i mindre, håndterbare sekvenser, kjent som algoritmebehandling. Dette støttes av Saeli et al. (2012), som i sin forskning på programmeringsundervisning på ungdomsskolenivå,

fremhever algoritmebehandling som en viktig komponent. En slik tilnærming kan potensielt bidra til å styrke elevenes forståelse og bruk av AT i løsningen av komplekse oppgaver.

Saeli et al. fant at når elevene hadde en solid forståelse for algoritmer, kunne de mer effektivt kommunisere resultatene av oppgavene med hverandre. Dette skyldtes deres evne til å forstå rekkefølgen av stegene som datamaskinen ville utføre. Imidlertid påpekte Saeli et al. at en av de største utfordringene med å lære algoritmebehandling var at elevene måtte kunne arbeide selvstendig med å analysere problemer. Ofte innså ikke studentene i forskningen behovet for å utvikle algoritmer før de sto overfor mer komplekse utfordringer. På dette tidspunktet var det imidlertid ofte for sent å starte prosessen med å avklare ideene, bemerket forskerne.

I klasserommet spiller læreren en avgjørende rolle i å veilede elevens diskusjoner slik at diskusjonene holder seg til dagens emne (Rasmussen og Ludvigsen, 2010). I løpet av min analyse la jeg merke til at enkelte elever ikke alltid hadde tilstrekkelig ordforråd til å aktivt delta i diskusjonene om de problemene de støtte på i timen. Det kunne ha vært nyttig å ha en synlig liste over viktige begreper tilgjengelig for elevene. Dette kan sies støttes av den empiriske forskningen til Rasmussen og Ludvigsen (2010), som viste at ved å vise kategoriene på en dataskjerm under undervisningen, kunne læreren enklere opprettholde diskusjonen om dagens tema i klasserommet. Forfatterne påpekte også viktigheten av at læreren stiller de rette spørsmålene for å stimulere elevenes refleksjon og engasjement i timen. Deres forskning indikerte at elevene ikke kunne ignorere en oppfordring direkte fra læreren, som var basert på en liste over begreper på tavlen, selv om elevene ikke umiddelbart fanget opp oppfordringene fra dataskjermen i seg selv.

6.0 Oppsummering og Konklusjon

Målet med min studie var å undersøke hvordan AT manifesterte seg i to timer med matematikk. Gjennom videoobservasjon av undervisningssituasjoner har jeg undersøkt hvordan elevene jobbet i programmene Excel og Scratch med programmering. Analyse av elevenes samtaler og interaksjoner har resultert i flere funn som danner grunnlaget for å besvare problemstillingen min som er: *Hvordan manifesterer elevers algoritmiske tenkning seg når de arbeider gruppevis i matematikk?*

I arbeidet med å besvare problemstillingen min kom jeg frem til tre områder jeg valgte å se nærmere på. Disse var:

- 1) Interaksjon og mediering i elevsamarbeid
- 2) Algoritmisk tenkning med Excel og Scratch som medierende artefakt
- 3) Utfordring med problemløsningsarbeidet

I de neste kapitlene oppsummerer jeg hvordan elevene jobbet i grupper to og to sammen. Elevene jobbet med problemløsning og hver elev brukte et eget nettbrett til arbeidet. Oppgaven til elevene var å utforske relativ frekvens ved hjelp av programmering.

6.1 Interaksjon og mediering i elevsamarbeid

Gjennom observasjonen av en elevgruppe undersøkte jeg hvordan samarbeidet i en teknologisk kontekst kunne bidra til forståelsen av problemløsning i matematikk. Dette samarbeidet, preget av et mønster av spørsmål og svar, understreket viktigheten av kommunikasjon og mediering i læreprosessen. Elevene demonstrerte løsninger for hverandre, både muntlig og ved hjelp av fysiske artefakter, noe som illustrerte hvordan teknologien kan fungere som et medierende artefakt for å fremme samarbeid og kunnskapsdeling. Denne interaksjonen samsvarte med prinsippene i CSCL, som vektlegger samarbeid, mediering og kunnskapsdeling som essensielle komponenter i læringsprosessen (Ludvigsen & Mørch, 2010).

I en spesifikk situasjon i denne gruppen, forstod ikke en av elevene det muntlige svaret fra en annen elev. Eleven viste først forståelse etter at den andre eleven fysisk tok over det eksterne tastaturet og demonstrerte løsningen. Dette understreker hvordan fysisk

manipulering av teknologiske verktøy kan være avgjørende for forståelsen og viser betydningen av sosial interaksjon og kommunikasjon i læringsprosesser.

Videre observerte jeg antydninger til at gruppens samarbeidsdynamikk var i ubalanse. En av elevene så ut til å ha mer kunnskap enn den andre eleven. Dette kom til syne ved at den ene eleven sjeldnere klarte å hjelpe den andre eleven med arbeidet sitt. Denne ubalansen kan komme av det Dillenbourg (1999) påpeker: individer sin egen subjektive oppfatning av ekspertise kan påvirke interaksjonene i en samarbeidssituasjon. Senere i gruppearbeidet mellom disse to elevene observerte jeg et skifte i dynamikken hvor den eleven som så ut til å ha minst kunnskap tok over samtalen og viste den andre eleven løsningen på et problem. Dette rolleskiftet er vanlig i en duo og bytte av hvem som mottar og gir støtte vil kunne skifte avhengig av tema (Dillenbourg, 1999). Denne endringen ble observert når fokuset til gruppen skiftet fra generell bruk av programmet til mer spesifikke aspekter som å skrive formler i Excel.

6.2 Algoritmisk tenkning med Excel og Scratch som medierende artefakt

I denne delen av studien utforsket jeg hvordan elevenes bruk av Excel og Scratch bidro til utviklingen av AT i gruppearbeid i matematikk. Jeg observerte at elevene ofte engasjerte seg i en utforskende og eksperimentell prosess, som er en sentral del av AT, fremhevet av Utdanningsdirektoratet (2019b).

I arbeidet med Excel diskuterte elevene omfang og muligheter innenfor programmet, for eksempel i forhold til antall rader og beregninger. Denne nysgjerrigheten og viljen til å utforske programmets kapasitet reflekterer flere nøkkelkomponenter i AT, som samarbeid, kritisk tenkning, problemløsning og kommunikasjon (Korkmaz et al., 2017).

Når elevene jobbet med Scratch, skiftet fokus til kreativ bruk av programmet. Her så jeg at elevene ikke bare diskuterte funksjonaliteten, men også estetikken i programmene de lagde. Dette inkluderte design av egne spill og figurer, som ikke bare viser forståelse for programmering, men også kreativitet og innovasjon, som (Chango et al., 2020) nevner som viktige aspekter ved AT.

Disse observasjonene demonstrerer hvordan elevenes arbeid med både Excel og Scratch fremmet en dypere forståelse av AT. Gjennom å utforske og eksperimentere med disse programmene, utviklet elevene ferdigheter som er essensielle for AT, inkludert

problemløsning, kreativitet og kritisk tenkning. Denne prosessen støtter elevenes evne til å arbeide gruppevis i matematikk ved å fremme en mer engasjert og interaktiv læringserfaring, som er i tråd med den sosiokulturelle tilnærmingen til læring (Rasmussen & Ludvigsen, 2010).

6.3 Utfordring med problemløsningsarbeidet

Gjennom studien av elevenes arbeid med matematikk og programmering ble det avdekket flere utfordringer knyttet til problemløsning. Elevene demonstrerte en tendens til lineær tilnærming til oppgaveløsning, noe som begrenset deres evne til å utforske og vurdere alternative løsningsstrategier. Dette reflekterer funn fra Schulte og Magenheim (2005) som viste at nybegynnere innen programmering ofte mangler evnen til å se oppgavene i en iterativ og mer fleksibel kontekst.

Et spesifikt eksempel på dette var observeringen av Elev5. Elevene viste en delvis forståelse av matematiske konsepter, men klarte ikke helt å se dem i sammenheng med hvordan programmet Excel fungerte. Dette indikerte et behov for videre utvikling av abstraksjons- og generaliseringsferdighetene til eleven. Disse ferdighetene er sentrale i AT, hvor evnen til å trekke ut og anvende relevant informasjon i ulike sammenhenger er avgjørende (Shute et al., 2017). Elev7, derimot, demonstrerte et bedre ordforråd av relevante tekniske begreper og hvordan Excel fungerte på et teknisk nivå. Elevene viste en kombinasjon av teknisk forståelse og kjennskap til viktige matematiske begreper som tilhørte dagens tema. Forskjellen på disse to elevene sin ekspertise kan vise hvordan elever kan dra nytte av klar og strukturert veiledning i tekniske aspekter av programmeringen og tilhørende begreper til temaet de jobber med.

I lys av dette fant jeg at det kan det være gunstig å veilede elevene mot en mer sekvensiell og reflekterende tilnærming til problemløsning. En slik tilnærming, der komplekse oppgaver brytes ned i mindre, håndterbare deler, kan gi elever en bedre forståelse for hvert trinn i prosessen (Curzon, 2015). Dette kan bidra til å styrke elevenes ferdigheter i AT, som er en viktig komponent i både matematikk og programmering.

Videre understreker forskning av Weintrop et al. (2016) behovet for at elever lærer å vurdere forskjellige løsningsmuligheter og gjøre informerte valg. En slik tilnærming, som

oppmuntrer til utforskning og iterativ problemløsning, kan gi innsikt i hvordan AT manifesterer seg i gruppearbeid innen matematikk, i tråd med min problemstilling.

6.4 Refleksjon

Mens studien min forhåpentligvis har gitt noen verdifulle innsikter i hvordan elevene brukte AT i matematikk ved hjelp av Excel og Scratch, er det viktig å anerkjenne visse begrensninger i metodikken som kan ha påvirket resultatene. For det første er dataene hentet fra observasjon av kun to undervisningstimer. Dette begrensede tidsvinduet kan ha påvirket dybden og bredden av de observerte fenomenene, ettersom det kan være variabler og dynamikker som ikke ble fanget opp i denne begrensede perioden. Jeg var også kun til stede på første observasjon av elevene. Men for å sette meg godt inn i spesielt den dagen jeg ikke kunne være til stede har jeg gjort all transkriberingen selv.

Videre, mens videoobservasjonen ga en rik kilde til data, kan det være aspekter ved elevenes samhandling og tenkning som ikke fullstendig blir fanget opp av kameraet. Jeg hadde ikke tilgang til elevene i ettertid i form av intervju der jeg hadde kunne spurt elevene selv om tolkningene mine var korrekte. Jeg har prøvd å beskrive konkret hva elevene gjorde hele veien i oppgaven min å unngå bastante meninger eller synsinger. Her har jeg hatt verdifull hjelp av veilederne mine som påpekte den typen feil når de så det. Disse tilbakemeldingene lærte jeg veldig mye av og håper har bidratt til at jeg har unngått denne typen ytringer i teksten min.

Fokuset på en bestemt elevgruppe begrenset generaliserbarheten av funnene mine.

Elevenes tidligere erfaringer med programmering og deres individuelle læringsstiler kan ha påvirket hvordan de interagerer med oppgavene og med hverandre, og det er mulig at forskjellige elevgrupper ville ha opplevd og respondert på oppgavene på ulike måter.

Til tross for disse begrensningene, bidrar studien min med viktig innsikt i feltet og gir grunnlag for videre forskning som kan utvide og fordype forståelsen av hvordan AT kan integreres i matematikkundervisningen.

Til sist for å se hvordan AT manifesterer seg i et klasserom er det viktig å se på mange aspekter av undervisningen: Det sosiale samspillet mellom elever og teknologien, problemløsningsstrategier, bruken av medierende artefakter, elevenes evne til kritisk tenkning og kreativitet, samt deres tilnærming til både teknisk forståelse og anvendelse av

matematiske konsepter var alle essensielle for å utforske problemstilling min: «*Hvordan manifesterer elevers algoritmiske tenkning seg når de arbeider gruppevis i matematikk?*».

6.5 Veien videre

Min studie har belyst manifestasjonen av AT i klasserommet, med spesielt fokus på bruken av Excel og Scratch i elevers gruppearbeid. Selv om dette kan ha gitt verdifulle innsikter, åpner det også for spørsmål som krever videre utforskning.

En interessant retning for fremtidig forskning vil være å undersøke bruken av et bredere spekter av programvarer. Dette kan gi en dypere forståelse av hvordan ulike verktøy påvirker AT. Videre er det viktig å utforske lærerens rolle i å veilede elevenes interaksjon med disse programmene. Hvordan kan lærere styrke AT gjennom teknologiske verktøy, og hvilke pedagogiske tilnærminger er mest hensiktsmessige? Gitt teknologiens økende rolle i utdanning, er det viktig å forstå hvordan lærere best kan utnytte tilgjengelige ressurser.

Min studie har konsentrert seg om gruppeinteraksjon, men det er også verdt å utforske individuelle elevers engasjement i AT. Forskning på individuell interaksjon sett opp mot gruppebasert interaksjon kan avdekke fordeler og utfordringer i utviklingen av AT.

Det ble tydelig i min forskning at det finnes forskjellige fortolkninger og tilnærminger til AT i matematikkundervisning. Fremtidig forskning bør se nærmere på hvordan ulike lærere tolker og implementerer AT i sin undervisning, samt hvordan dette påvirker elevens læring.

I tillegg kan kulturelle og samfunnsmessige forskjeller spille en viktig rolle i hvordan elever engasjerer seg med AT. Det er derfor viktig å utforske om visse pedagogiske metoder eller teknologier er mer effektive i ulike kulturelle sammenhenger.

Til sist, med den stadige utviklingen av ny teknologi og programvare, er det viktig å kontinuerlig evaluere hvordan disse nye verktøyene påvirker AT i utdanningen. Dette vil bidra til å sikre at elever er best mulig forberedt for fremtidens teknologiske landskap.

7.0 Litteraturliste

Aho, A. V. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832–835.

<https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>

Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-based research and educational technology: Rethinking technology and the research agenda. *Journal of educational technology & society*, 11(4), 29-40.

Astrachan, O. (2009). A new way of thinking about computational thinking. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 25(1), 6.

BarefootComputing. (u.å.a). *About Barefoot*. Hentet 31. oktober 2023, fra

<https://www.barefootcomputing.org/about-barefoot>

BarefootComputing. (u.å.b). *What is collaborating?* Hentet 11. november 2023, fra

<https://www.barefootcomputing.org/concepts-and-approaches/collaborating>

BarefootComputing. (u.å.c). *What is creating?* Hentet 11. november 2023, fra

<https://www.barefootcomputing.org/concepts-and-approaches/creating>

BarefootComputing. (u.å.d). *What is debugging?* Hentet 11. november 2023, fra

<https://www.barefootcomputing.org/concepts-and-approaches/debugging>

BarefootComputing. (u.å.e). *What is tinkering?* Hentet 11. november 2023, fra

<https://www.barefootcomputing.org/concepts-and-approaches/tinkering>

Bhatt, I. (2017). Classroom digital literacies as interactional accomplishments. I M. Knobel & C. Lankshear (red.), *Researching new literacies: Design, theory, and data in sociocultural investigation* (s. 127–149).

Peter Lang.

Blikstad-Balas, M. (2017). Key challenges of using video when investigating social practices in education:

Contextualization, magnification, and representation. *International Journal of Research & Method in Education*, 40(5), 511–523. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2016.1181162>

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education—Implications for policy and practice*. JRC Publications Repository. <https://doi.org/10.2791/792158>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bråting, K., & Kilhamn, C. (2021). Exploring the Intersection of Algebraic and Computational Thinking. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 23(2), 170–185. eric.
- Chao, P.-Y. (2016). Exploring students' computational practice, design and performance of problem-solving through a visual programming environment. *Computers & Education*, 95, 202–215. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.010>
- Chongo, S., Osman, K., & Nayan, N. A. (2020). Level of Computational Thinking Skills among Secondary Science Student: Variation across Gender and Mathematics Achievement. *Science Education International*, 31(2), 159–163. eric.
- Cierniak, G., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load? *Computers in Human Behavior*, 25(2), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.020>
- Curzon, P. (2015). Computational thinking: Searching to speak. *Queen Mary, University of London*.
- Dalland, C. P. (2012). Utfordringer ved gjenbruk av andres kvalitative data. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 95(6), 449-459.
- Denning, P. J. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28–30. <https://doi.org/10.1145/1516046.1516054>
- Derry, S. J. (2007). *Guidelines for Video Research in Education*.
- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R., Hall, R., Koschmann, T., Lemke, J. L., Sherin, M. G., & Sherin, B. L. (2010). Conducting Video Research in the Learning Sciences:

Guidance on Selection, Analysis, Technology, and Ethics. *Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 3–53. <https://doi.org/10.1080/10508400903452884>

Dillenbourg, P. (1999). *What do you mean by collaborative learning?*

Dohn, N. B. (2020). Students' interest in Scratch coding in lower secondary mathematics. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 71–83. <https://doi.org/10.1111/bjet.12759>

D'souza, S. M., & Wood, L. N. (2002). Using CSCL methods in secondary mathematics. In *Mathematics Education in the South Pacific* (pp. 244-251). MERGA.

Erol, O., & Çırak, N. S. (2021). The effect of a programming tool scratch on the problem-solving skills of middle school students. *Education and Information Technologies*, 27(3), 4065–4086.

<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10776-w>

Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2020). Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 12–28. <https://doi.org/10.1002/cae.22255>

Fangen, K. (2010). *Deltagende observasjon (2. utg)*. Fagbokforlaget.

Fessakis, G., & Prantsoudi, S. (2019). Computer Science Teachers' Perceptions, Beliefs and Attitudes on Computational Thinking in Greece. *Informatics in Education*, 18(2), 227–258. eric.

Forskningsetikk.no. (2019). *Forskningsetiske retningslinjer for naturvitenskap og teknologi*.

Forskningsetikk. Hentet 13. mars 2023, fra <https://www.forskningsetikk.no/om-oss/komiteer-og-utvalg/nent/nat-tek/forskningsetiske-retningslinjer-for-naturvitenskap-og-teknologi/>

Forskningsetikk.no. (2021). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. Forskningsetikk. Hentet 13. mars 2023, fra <https://www.forskningsetikk.no/om-oss/komiteer-og-utvalg/nesh/hum-sam/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora/>

- Forsström, S. E., & Kaufmann, O. T. (2018). A Literature Review Exploring the use of Programming in Mathematics Education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 17(12), 18–32. <https://doi.org/10.26803/ijlter.17.12.2>
- Gillott, L., Joyce-Gibbons, A., & Hidson, E. (2020). Exploring and Comparing Computational Thinking Skills in Students Who Take GCSE Computer Science and Those Who Do Not. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(4). eric. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1256318>
- Gjøvik, Ø. & Torkildsen, H. A. (2019). Algoritmisk tenkning. *Tangenten—tidsskrift for matematikkundervisning*, 30(3), 31-37.
- Glendinning, E., & Howard, R. (2003). Lotus ScreenCam as an Aid to Investigating Student Writing. *Computer Assisted Language Learning*, 16(1), 31–46. <https://doi.org/10.1076/call.16.1.31.15530>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Guzdial, M. (2008). EducationPaving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 51(8), 25–27. <https://doi.org/10.1145/1378704.1378713>
- Heroman, C. (2017). *Making and tinkering with STEM: Solving design challenges with young children*. National Association for the Education of Young Children.
- Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296–310. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>
- Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. *Computers & Education*, 82, 263–279. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.022>

- Jeong, H. & Hartley, K. (2018). Theoretical and Methodological Frameworks for Computer-Supported Collaborative Learning. *International Handbook of the Learning Sciences* (s. 330-339). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315617572-32>
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 5. utg. Oslo: Abstrakt forlag
- Johansen, A. (2020). *Programmering vil bli en utfordring for lærere*. <https://forskning.no/barn-og-ungdom-hogskolen-i-ostfold-matematikk/programmering-vil-bli-en-utfordring-for-laerere/1711838>
- Jordan, B., & Henderson, A. (1995). Interaction Analysis: Foundations and Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 4(1), 39–103. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0401_2
- Juškevičienė, A., Stupurienė, G., & Jevsikova, T. (2021). Computational thinking development through physical computing activities in STEAM education. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 175–190. <https://doi.org/10.1002/cae.22365>
- Kalelioglu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). *A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review*.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013). Computer Programming Goes Back to School. *Phi Delta Kappan*, 95(1), 61–65. <https://doi.org/10.1177/003172171309500111>
- Katai, Z., Osztian, E., & Lorincz, B. (2021). Investigating the Computational Thinking Ability of Young School Students across Grade Levels in Two Different Types of Romanian Educational Institutions. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(2), 214–233. eric.
- Kaufmann, O. T., & Stenseth, B. (2021). Programming in mathematics education. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 52(7), 1029–1048. eue.
- Kiliç, S. (2022). Tendencies towards Computational Thinking: A Content Analysis Study. *Participatory Educational Research*, 9(5), 288–304. eric.
- Korkmaz, Ö., Çakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558–569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>

- Krathwohl, D. R. (1993). *Methods of educational and social science research: An integrated approach*. Longman.
- Kunnskapsdepartementet (2017). Overordnet del – Sosial læring og utvikling. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.
- Lagrange, J. B., & Erdogan, E. O. (2009). Teachers' emergent goals in spreadsheet-based lessons: Analyzing the complexity of technology integration. *Educational Studies in Mathematics*, *71*(1), 65–84.
<https://doi.org/10.1007/s10649-008-9160-2>
- Lapawi, N., & Husnin, H. (2020). The Effect of Computational Thinking Module on Achievement in Science. *Science Education International*, *31*(2), 164–171. eric.
- Ludvigsen, S. R., & Mørch, A. I. (2010). Computer-Supported Collaborative Learning: Basic Concepts, Multiple Perspectives, and Emerging Trends. *The International Encyclopedia of Education* (s. 290–296). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.00493-0>
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, *41*, 51–61.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Margulieux, L., & Yadav, A. (2021). Middle Science Computing Integration with Preservice Teachers. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *40*(1), 29–49. eric.
- McKenney, S. E., & Reeves, T. C. (2019). *Conducting educational design research* (Second edition). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Meredith, J., & Potter, J. (2014). *Conversation analysis and electronic interactions: Methodological, analytic and technological considerations* (s. 370–393).
- Microsoft. (u.å.). *Programvare for Microsoft Excel-regneark | Microsoft 365*. Hentet 5. november 2023, fra <https://www.microsoft.com/nb-no/microsoft-365/excel>
- Miller, R. (2011). *Vygotsky in Perspective* (1. utg.). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511736582>

Mixamo. (2023). *Mixamo [3D-karakterbibliotek]*. Adobe. <https://www.mixamo.com>

Nugent, G., Barker, B., Lester, H., Grandgenett, N., & Valentine, D. (2019). Wearable Textiles to Support Student STEM Learning and Attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 28(5), 470–479. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09779-7>

Olabe, J. C., Basogain, X., Olabe, M. Á., Maíz, I., & Castaño, C. (2014). Solving math and science problems in the real world with a computational mind. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 3(2), 72–78. <https://doi.org/10.7821/naer.3.2.75-82>

Olafsen, A. R., & Maugesten, M. (2015). *Matematikkdidaktikk i klasserommet (2. utg)*. Universitetsforlaget.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3 ed). Sage Publications.

Pei, C., Weintrop, D., & Wilensky, U. (2018). Cultivating Computational Thinking Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice Land. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 20(1), 75–89. eric.

Polat, E., Hopcan, S., Kucuk, S., & Sisman, B. (2021). *A Comprehensive Assessment of Secondary School Students' Computational Thinking Skills*. *British Journal of Educational Technology*, 52(5), 1965–1980. eric.

Postholm, M.B. (2010). *Kvalitativ metode. En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.

Rasmussen, I. og Ludvigsen, S. R. (2010). Learning with Computer Tools and Environments: *A Sociocultural Perspective*, In *International Handbook of Psychology in Education*. Emerald Group Publishing Limited. ISBN 978-1-84855-232-6. 11. s 399 – 433

Resnick, M., & Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkability. In *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators (pp. 163-181)*. Routledge New York, NY

- Rusk, F. (2019). Digitally mediated interaction as a resource for co-constructing multilingual identities in classrooms. *Learning, Culture and Social Interaction*, 21, 179–193.
<https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.03.005>
- Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W. M. G., & Zwaneveld, B. (2011). Teaching Programming in Secondary School: A Pedagogical Content Knowledge Perspective. *Informatics in Education*, 10(1), 73–88.
<https://doi.org/10.15388/infedu.2011.06>
- Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W. M. G., & Zwaneveld, B. (2012). Programming: Teachers and Pedagogical Content Knowledge in the Netherlands. *Informatics in Education*, 11(1), 81–114.
<https://doi.org/10.15388/infedu.2012.05>
- Sanford, J. F., & Naidu, J. T. (2017). Mathematical Modeling And Computational Thinking. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 10(2), 158–168. <https://doi.org/10.19030/cier.v10i2.9925>
- Schackt, J. (2019). Kultur. *I Store norske leksikon*. <https://snl.no/kultur>
- Schulte, C., & Magenheim, J. (2005). *Novices' Expectations and Prior Knowledge of Software Development – Results of a Study with High School Students*. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1089786.1089800>
- Scratch (u.å.). *Om Scratch*. Hentet 5. november 2023, fra <https://scratch.mit.edu/>
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: The developing definition* [Monograph]. University of Southampton (E-prints). <https://eprints.soton.ac.uk/356481/>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Sinclair, N., & Patterson, M. (2018). The Dynamic Geometrisation of Computer Programming. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 20(1), 54–74. eric.
- Srakaya, D. A. (2020). Investigating Computational Thinking Skills Based on Different Variables and Determining the Predictor Variables. *Participatory Educational Research*, 7(2), 102–114. eric.

- Sirakaya, M., Alsancak Sirakaya, D., & Korkmaz, Ö. (2020). The Impact of STEM Attitude and Thinking Style on Computational Thinking Determined via Structural Equation Modeling. *Journal of Science Education & Technology*, 29(4), 561–572. eue.
- Sovey, S., Osman, K., & Matore, M. E. E. M. (2022). Rasch Analysis for Disposition Levels of Computational Thinking Instrument among Secondary School Students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(3). eric. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1342914>
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2014). Computer-Supported Collaborative Learning. I R. K. Sawyer (Red.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2. utg., s. 479–500). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.029>
- Sun, L., Guo, Z., & Zhou, D. (2022). Developing K-12 Students' Programming Ability: A Systematic Literature Review. *Education and Information Technologies*, 27(5), 7059–7097. eric.
- Taslibeyaz, E., Kursun, E., & Karaman, S. (2020). How to Develop Computational Thinking: A Systematic Review of Empirical Studies. *Informatics in Education*, 19(4), 701–719. eric.
- TatariN_174. (2021). The tablet [3D-modell]. Sketchfab. Hentet 03. august 2023, fra <https://sketchfab.com/3d-models/the-tablet-eb132567326042439625b91d17429758>
- Thagaard, T. (2018). Systematikk og innlevelse: *En innføring i kvalitative metoder* (5 utg). Fagbokforlaget
- Umezawa. (2022). gopro hero 8 [3D-modell]. Sketchfab. Hentet 04. august 2023, fra <https://sketchfab.com/3d-models/gopro-hero-8-3b38ac33b19d49d4b23b8125c6e1912b>
- Utdanningsdirektoratet (2019a). *Algoritmisk tenkning*. Hentet 03. oktober 2023, fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/digitalisering/algoritmisk-tenkning/>
- Utdanningsdirektoratet (2019b). *Om algoritmisk tenking og programmering*. Hentet 09. juli 2023, fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/nasjonale-satsinger/den-teknologiske-skolesekken/om-algoritmisk-tenking-og-programmering/>

Utdanningsdirektoratet (2023). *Kva er nytt i matematikk?* Hentet 28. juni 2023, fra

<https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagspesifikk-stotte/nytt-i-fagene/hva-er-nytt-i-matematikk/>

Utdanningsdirektoratet (u.å.a). *Digitale ferdigheter som grunnleggende ferdighet*. Hentet 6. november

2023, fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/rammeverk/rammeverk-for-grunnleggende-ferdigheter/2.1-digitale-ferdigheter/>

Utdanningsdirektoratet (u.å.b). *Formålet med opplæringen*. Hentet 8. november 2023, fra

<https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/formalet-med-opplaringen/?lang=nob>

Utdanningsdirektoratet (u.å.c). *Grunnleggende ferdigheter: Digitale ferdigheter*. Hentet 6. november 2023,

fra <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/om-faget/grunnleggende-ferdigheter?lang=nob>.

Utdanningsdirektoratet (u.å.d). *Kjerneelementer—Læreplan i matematikk 1.–10. Trinn (MAT01-05)*. Hentet

9. juli 2023, fra <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/om-faget/kjerneelementer>

Utdanningsdirektoratet (u.å.e). *Læreplan i matematikk 1.–10. Trinn (MAT01-05)*. Hentet 12. november

2023, fra <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/kompetansemaal-og-vurdering/kv14?lang=nob>

Utdanningsdirektoratet (u.å.f). *Prinsipper for læring, utvikling og danning*. Hentet 14. november 2023, fra

<https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/?lang=nob>

Valls Pou, A., Canaleta, X., & Fonseca, D. (2022). Computational Thinking and Educational Robotics

Integrated into Project-Based Learning. *Sensors* (14248220), 22(10), 3746–3746. asn.

Vergemålsloven. (2010). *Lov om vergemål (LOV-2010-03-26-9)*. Lovdata. Hentet 18. mars 2023, fra

https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2010-03-26-9#KAPITTEL_3

Vogel, F., Kollar, I., Fischer, F., Reiss, K., & Ufer, S. (2022). Adaptable scaffolding of mathematical

argumentation skills: The role of self-regulation when scaffolded with CSCL scripts and heuristic

worked examples. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 17(1), 39–64.

<https://doi.org/10.1007/s11412-022-09363-z>

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Harvard College.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. Oxford University Press.
<http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195117530.001.0001>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 366, 3717–3725.
<https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Wing, J. M. (2010). *Computational Thinking: What and Why?*
<https://www.semanticscholar.org/paper/Computational-Thinking%3A-What-and-Why-Wing/d0dd04ea551f25af5ce4db87618ea386cb726195>
- Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why. *The link magazine*, 6, 20–23.
- Wing, J. M. (2014). Computational thinking benefits society. *40th anniversary blog of social issues in computing*, 2014, 26.
- Zhang, Y., Luo, R., Zhu, Y., & Yin, Y. (2021). Educational Robots Improve K-12 Students' Computational Thinking and STEM Attitudes: Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research*, 59(7), 1450–1481. eric.
- Zuengler, J., Ford, C. & Fassnacht, C. (1998). Analyst Eyes and Camera Eyes: *Theoretical and Technological Considerations in "Seeing" the Details of Classroom Interaction*.

Vedlegg 1: Samtykkeskjema

Invitasjon til å delta i forskningsprosjektet Mathematics, Science and Computational Thinking (MASCOT)

Dette er et spørsmål til deg om ditt barn kan delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å få innsikt i lærings- og vurderingsprosesser i algoritmisk tenkning innen naturfag og matematikk. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for ditt barn.

Formål

Formålet med prosjektet er å utvikle kunnskap om lærings- og vurderingsprosessene i algoritmisk tenkning i lærerutdanning og skole, primært innen matematikk og naturfag. Algoritmisk tenkning har kommet inn i læreplanene i skolen fra 2020 og handler blant annet om forskjellige tilnærminger til læring og programmering i fagene. For mer informasjon om algoritmisk tenkning, se f.eks. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/algoritmisk-tenkning/>

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

OsloMet er ansvarlig for prosjektet. Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd og vi samarbeider med Høgskolen i Innlandet (INN), Universitetet i Helsinki (Finland) og København profesjonshøyskole (Danmark).

Hvorfor får ditt barn spørsmål om å delta?

Alle elevene på utvalgte trinn ved projektskolene får forespørsel om å delta.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltakelse i prosjektet innebærer å være med på en eller flere av valgfrie aktiviteter:

Observasjon:	En eller flere forskere vil observere mens elevene jobber med algoritmisk tenkning i matematikk og/eller naturfag i klassen. Observasjon vil bli tatt opp med videokamera.
Intervju:	En forsker vil intervjuer ditt barn om bruk av algoritmisk tenkning i matematikk og naturfag.
Læringsdagbok:	Barnet ditt vil fylle ut en digital læringsdagbok med bilder fra det barnet mener er meningsfull læring.
Artefakter	Barnet ditt vil levere programmeringsartefakter laget i matematikk og/eller naturfag.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du samtykker til at barnet ditt deltar i prosjektet, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn og alle personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for ditt barn eller deg hvis dere ikke vil delta eller senere velger å trekke dere.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om barnet til formålene vi har fortalt om i dette informasjonsskrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Alle navn, personlig informasjon og informasjon som kan identifisere deltagerne i studien vil bli fjernet eller erstattet av pseudonymer i formidling av resultater.

Det er kun prosjektgruppen ved OsloMet, INN og transkribent som vil ha tilgang til dataene samt noen få studenter ved OsloMet til bruk i masteroppgaver i tråd med prosjektets formål og som en del av prosjektgruppen. Opptakene lagres på en sikker forskningsserver.

Forskerne fra de samarbeidende universitetene og høgskolene vil kun få tilgang til datamaterialet etter at det er anonymisert og oversatt til engelsk. Det vil ikke være mulig å spore opp hvem som har deltatt i studiet.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avslutter, som etter planen er i oktober 2024. Vi ber i tillegg om at anonymiserte opptak kan oppbevares i inntil fem år etter avsluttet prosjekt.

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 OsloMet 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:

- OsloMet ved prosjektleder Louise Mifsud på telefon +47 95057715 eller e-post louise.mifsud@oslomet.no
- Vårt personvernombud: Ingrid Jacobsen på e-post personvernombud@oslomet.no
- Se også vår nettside: <https://www.oslomet.no/forskning/forskningsprosjekter/matematikk-naturfag-algoritmisk-tenkning>

Med vennlig hilsen

Louise Mifsud
Prosjektansvarlig OsloMet

Samtykkeerklæring - foresatte

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *MASCOT* og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg og mitt barn samtykker til:

- At mitt barn _____ kan bli observert i klassen
- At det kan gjøres video- og lydopptak av observasjonen
- At mitt barn kan intervjues enten i klasserommet eller digitalt
- At det kan gjøres lydopptak av intervjuet
- At mitt barn kan levere programmeringsoppgaver laget i matematikk eller naturfag
- At det gjøres skjermopptak mens mitt barn jobber med algoritmisk tenkning i matematikk og naturfag
- At barnet mitt kan levere en digital læringsdagbok

Jeg er innforstått med at informasjonen jeg bidrar med ikke kan tilbakeføres til meg personlig. Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 31.10.2024, og at anonymiserte opptak kan oppbevares i inntil fem år etter avsluttet prosjekt.

(Signert av foresatt 1, dato, sted)

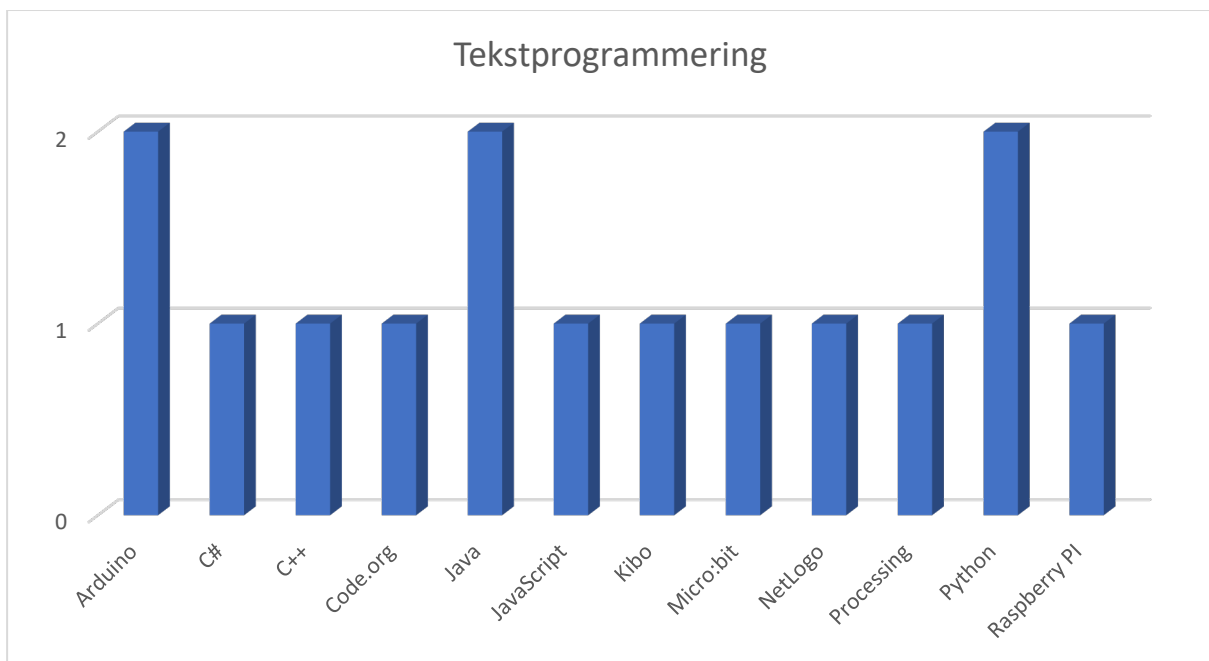
(Signert av foresatt 2, dato, sted)

(Signert av elev 1, dato, sted)

Vedlegg 2: Programmeringsverktøy brukt i litteraturen

Basert på litteraturgjennomgangen før videre nøsting lagde jeg en oversikt over hvilke typer programmeringsprogrammer som forskningen så på. Her kom jeg frem til at det var hovedsakelig blokkprogrammering med programmet Scratch som ble brukt i forskningen som artikkelforfatterne undersøkte.

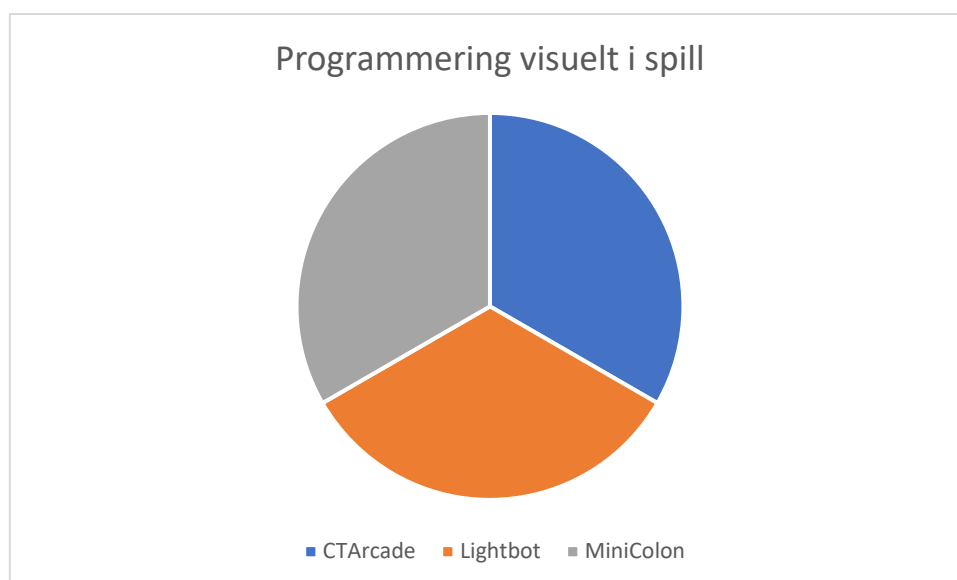
Tekstprogrammering



Tekstprogrammering	Antall artikler som forsker på språket/Verktøyet	Referanser
Arduino	2	(Fessakis & Prantsoudi, 2019), (Sun et al., 2022)
C#	1	(Sun et al., 2022)
C++	1	(Taslibeyaz et al., 2020)
code.org	1	(Kiliç, 2022)
Java	2	(Fessakis & Prantsoudi, 2019), (Sun et al., 2022)
Javascript	1	(Bråting & Kilhamn, 2021)
Kibo	1	(Kiliç, 2022)

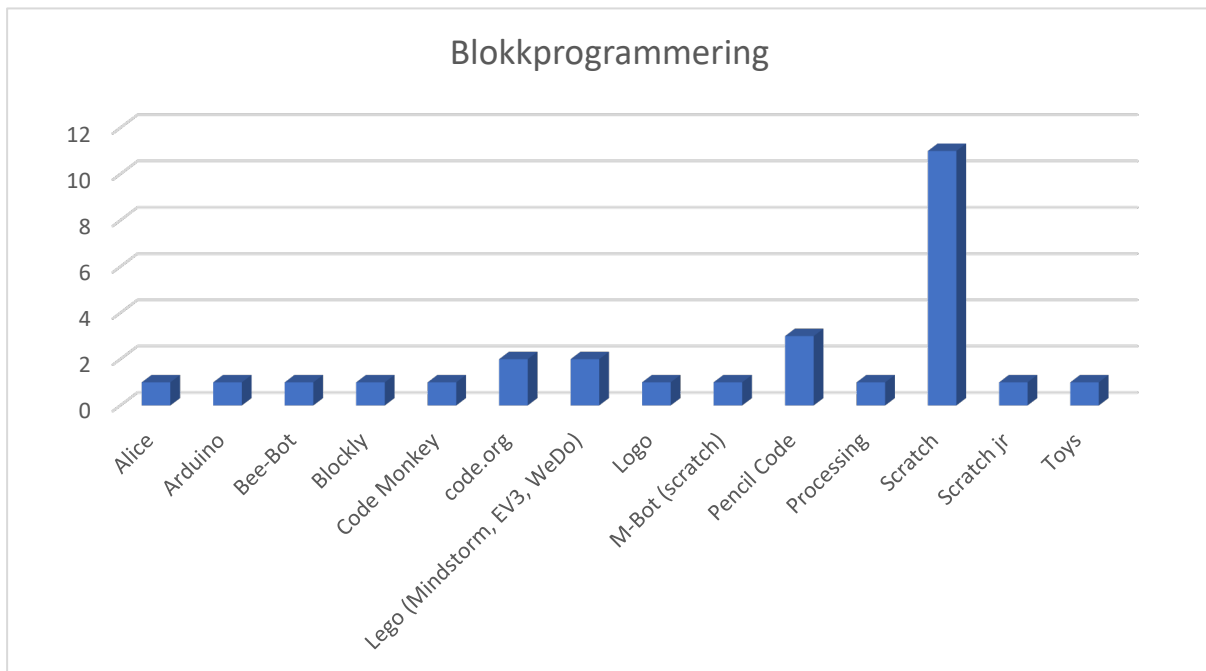
Micro:bit	1	(Kiliç, 2022)
NetLogo	1	(Pei et al., 2018)
Processing	1	(Kaufmann & Stenseth, 2021)
Python	2	(Fessakis & Prantsoudi, 2019), (Gillott et al., 2020)
Raspberry pi	1	(Fessakis & Prantsoudi, 2019)

Programmering i spill



Programmering visuelt i spill	Antall artikler som forsker på Verktøyet/Spillet	Referanser
CTArcade	1	(Sun et al., 2022)
Lightbot	1	(Bråting & Kilhamn, 2021)
MiniColon	1	(Sun et al., 2022)

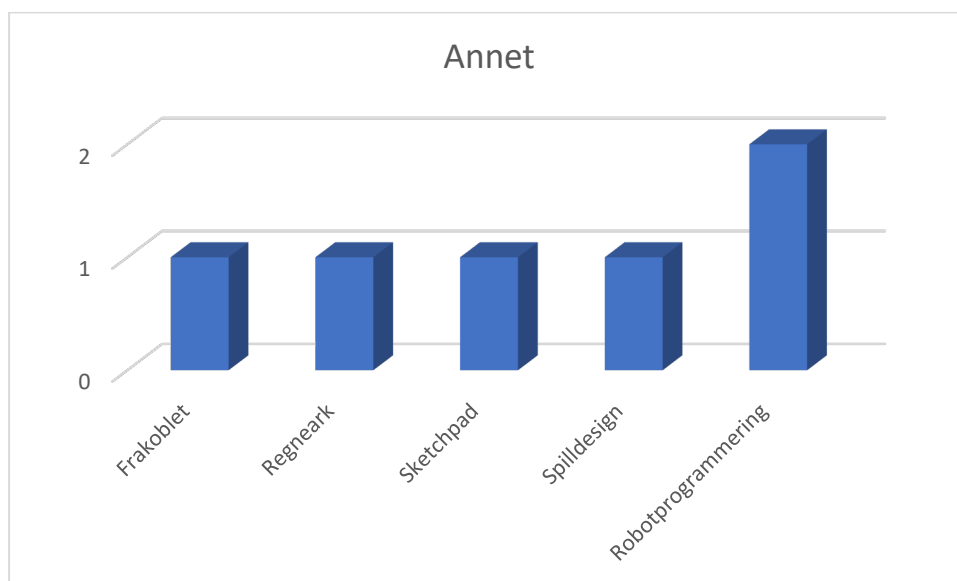
Blokkprogrammering



Blokkprogrammering	Antall artikler som forsker på språket/Verktøyet	Referanser
Alice	1	(Kiliç, 2022)
Arduino	1	(Kiliç, 2022)
Bee-Bot	1	(Kiliç, 2022)
Blockly	1	(Kiliç, 2022)
Code Monkey	1	(Kiliç, 2022)
code.org	2	(Kiliç, 2022), (Sun et al., 2022)
Lego (Mindstorm, EV3, WeDo)	2	(Kiliç, 2022), (Valls Pou et al., 2022)
Logo	1	(Sun et al., 2022)
M-Bot (scratch)	1	(Kiliç, 2022)
Pencil Code	3	(Kiliç, 2022), (Margulieux & Yadav, 2021)
Processing	1	(Kaufmann & Stenseth, 2021)

Scratch	11	(Bråting & Kilhamn, 2021), (Fessakis & Prantsoudi, 2019), (Gillott et al., 2020), (Kiliç, 2022), (Katai et al., 2021), (Lapawi & Husnin, 2020), (Polat et al., 2021), (Sovey et al., 2022), (Sun et al., 2022), (Taslibeyaz et al., 2020), (Valls Pou et al., 2022)
Scratch jr	1	(Fessakis & Prantsoudi, 2019)
Toys	1	(Kiliç, 2022)

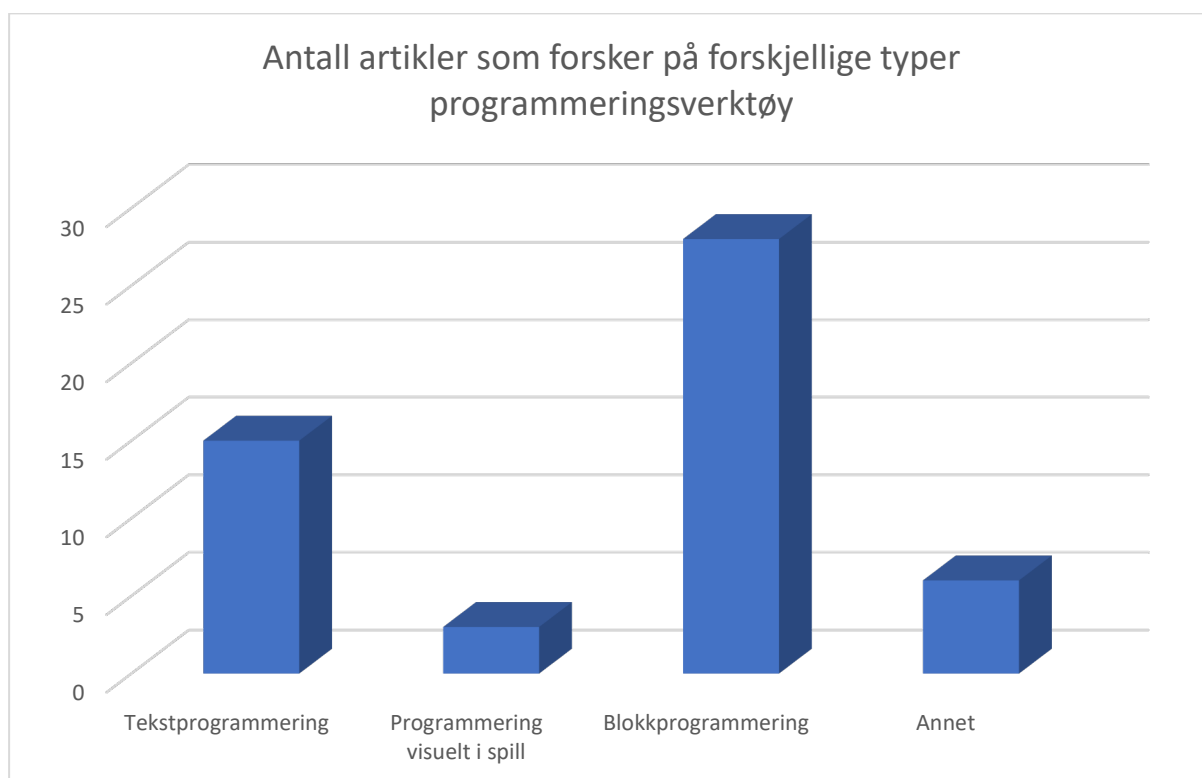
Annet:



Programmeringsverktøy	Antall artikler som forsker på språket/Verktøyet	Referanser
Frakoblet (penn og papir)	1	(Sun et al., 2022)

Regneark	1	(Fessakis & Prantsoudi, 2019)
Sketchpad	1	(Sinclair & Patterson, 2018)
Spilldesign (ikke navngitt)	1	(Taslibeyaz et al., 2020)
Robotprogrammering (ikke navngitt)	2	(Taslibeyaz et al., 2020), (Zhang et al., 2021)

Oppsummering:



Antall artikler som forsker på forskjellige typer programmeringsverktøy	Antall
Tekstprogrammering	15
Programmering visuelt i spill	3
Blokkprogrammering	28
Annet	6

Vedlegg 3: Forkortet Jefferson transkriberingssystem

Symboler	Definisjon og bruk	Nøkler
[ord]	Overlappende snakking	
(.)	Kort pause, uten spesiell lengde	
[]	Hakeparentes indikerer når to samtaler overlapper	
ORD ORD!	Store bokstaver indikerer ord som er høyere enn andre som snakker i rommet. Legger til ! for å indikere enda høyere volum	
°ord°	Indikerer ord som er merkbart lavere enn andre i rommet	° ALT + 248
£ord£	Pund-symbolet indikerer smilende stemme eller latter	
(ord) ()	Parentes viser til usikkerhet på ordet som er inni. Bare parentes viser til at ordet ikke kan tolkes.	
(())	Dobbel parentes inneholder kommentar fra den som analyserer.	
♪ord♪	Musikk-symbolet indikerer syngende eller nynnende stemme	♪ Alt + 9834
"elev"	Brukes istedenfor egennavn på elever som ikke kan identifiseres	
lærer	Brukes istedenfor navnet til læreren	

Vedlegg 4: Oppgaver

Vedlegg 4.1: Simulering i Excel

Oppgave:

Arbeid sammen to og to

Ved hjelp av datasimuleringer i Excel skal dere finne hvor mange ganger dere får 1, 2, 3, 4, 5 eller 6 øyne, ved å kaste

a. 100 simulerte terninger

b. ≥ 1000 simulerte terninger

c. Hva blir den relative frekvensen for alle de seks utfallene i deloppgave a. og b.?

d. Hva blir de **eksperimentelle sannsynlighetene** for å få hvert av de seks utfallene sammenlignet med de teoretiske sannsynlighetene?

e. Hvorfor tror dere at det blir en forskjell i eksperimentell sannsynlighet mellom 500 og ≥ 1000 simulerte terninger, og den teoretiske sannsynligheten for å få femmer på et terningkast?

Vedlegg 4.2: Simulering i Scratch

Oppgave: Tilfeldighet med programmering

Vi oppretter en ny Scratch-fil som vi kan jobbe med. Du vil få instruksjoner som forteller hva du skal gjøre i hvilken rekkefølge, men i mange tilfeller må du også prøve deg frem selv. Aller først skal vi ta opp tilfeldighet fra datamaskiner og programmerings verden.

Mål

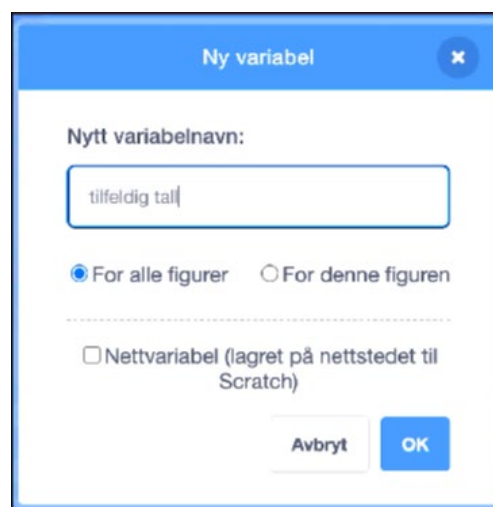
1. Kunne sette variabler til tilfeldige verdier
2. Utforske if- else- blokker/løkker
3. Lage en enkel sannsynlighetssimulering i Scratch
4. Finne eksperimentell sannsynlighet med et datasett fra en simulering

Første del - "får du femmer'n?" - med klassen

Vi skal innledningsvis forsøke å lage et slags spill - et spill der du vinner dersom du får tallet fem. Måten du spiller på er at vi lar datamaskinen trekke et tilfeldig tall mellom 1 og 10 - får du 5'ern har du vunnet. Dette fungerer litt som å snurre på et lykkehjul med 10 felter, der vinnerpremien ligger på tallet 5.

For å begynne må vi opprette en variabel som vi kan la bli et tilfeldig tall mellom 1 og 10.

Du skal i Scratch-filen din opprette en **variabel** du kaller «tilfeldig tall»



Derfra skal vi la variabelen bli et tilfeldig tall mellom 1 og 10 ved å sette den til en tilfeldig verdi:

Oppgave: telle antall ganger du må velge tilfeldig tall før du vinner

Dersom du prøver ut spillet ditt vil du fort oppdage at du ikke alltid vinner. Kanskje du nesten tror det er noe gærent med det du har laget? Vi skal forsøke å la programmet telle hvor mange ganger du spiller før du tilfeldigvis trekker 5 som tilfeldig tall. Dette kan vi til slutt bruke for å regne ut den eksperimentelle sannsynligheten for at du faktisk får tieren din.

I programmering kan vi bruke en variabel som blir en og en verdi større for hver gang vi trekker et tilfeldig tall. Deretter kan vi la tellingen stoppe i det øyeblikket du trekker vinnertallet. Noen ganger må du spille 30 ganger, andre ganger treffer du på første forsøk.

Hvor mange ganger må du forvente spille spillet før du vinner? Vi kan forsøke å teste ved å sette opp en simulering med Scratch!

The image shows a Scratch interface with the following elements:

- A list titled "antall_spill_liste" containing 8 items with values: 13, 3, 4, 3, 13, 6, 11, and a plus sign with "lengde 8".
- A variable "vinnertall" with a value of 7.
- A variable "antall spill" with a value of 6.
- A variable "tilfeldig tall" with a value of 7.
- The Scratch cat character.

Her har jeg trukket et tilfeldig tall 8 ganger. Noen ganger får jeg vinnertallet på første forsøk, mens andre ganger må jeg trekke 6 ganger før jeg vinner. Hva er mange ganger er "vanlig" å trekke før du vinner?

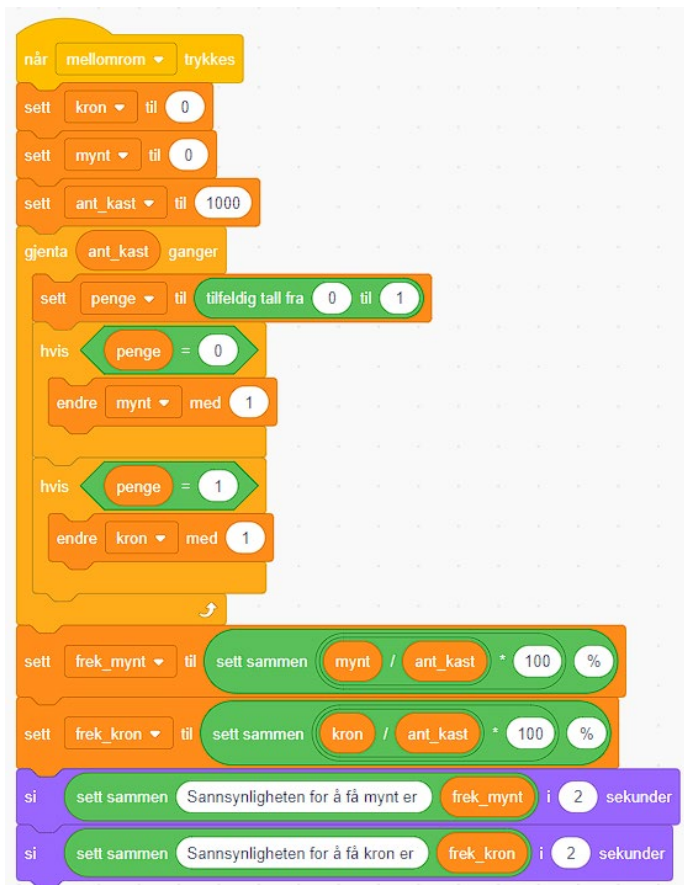
Trekke tilfeldig tall

Spill spillet på linken - gjør i alle fall 50 spill!. Klarer du å finne ut hvor mange ganger du må spille i gjennomsnitt før du vinner? Hvordan finner du gjennomsnittet her?

Oppgave:

Hva gjør programmet nedenfor? Ikke kopier helt enda, men forklar ...

- Hva gjør programmet?
- Gi eksempler på **output** programmet kan gi.



Myntkast simulator

Oppgave:

Utvid programmet til å kunne brukes med terningkast istedenfor myntkast

