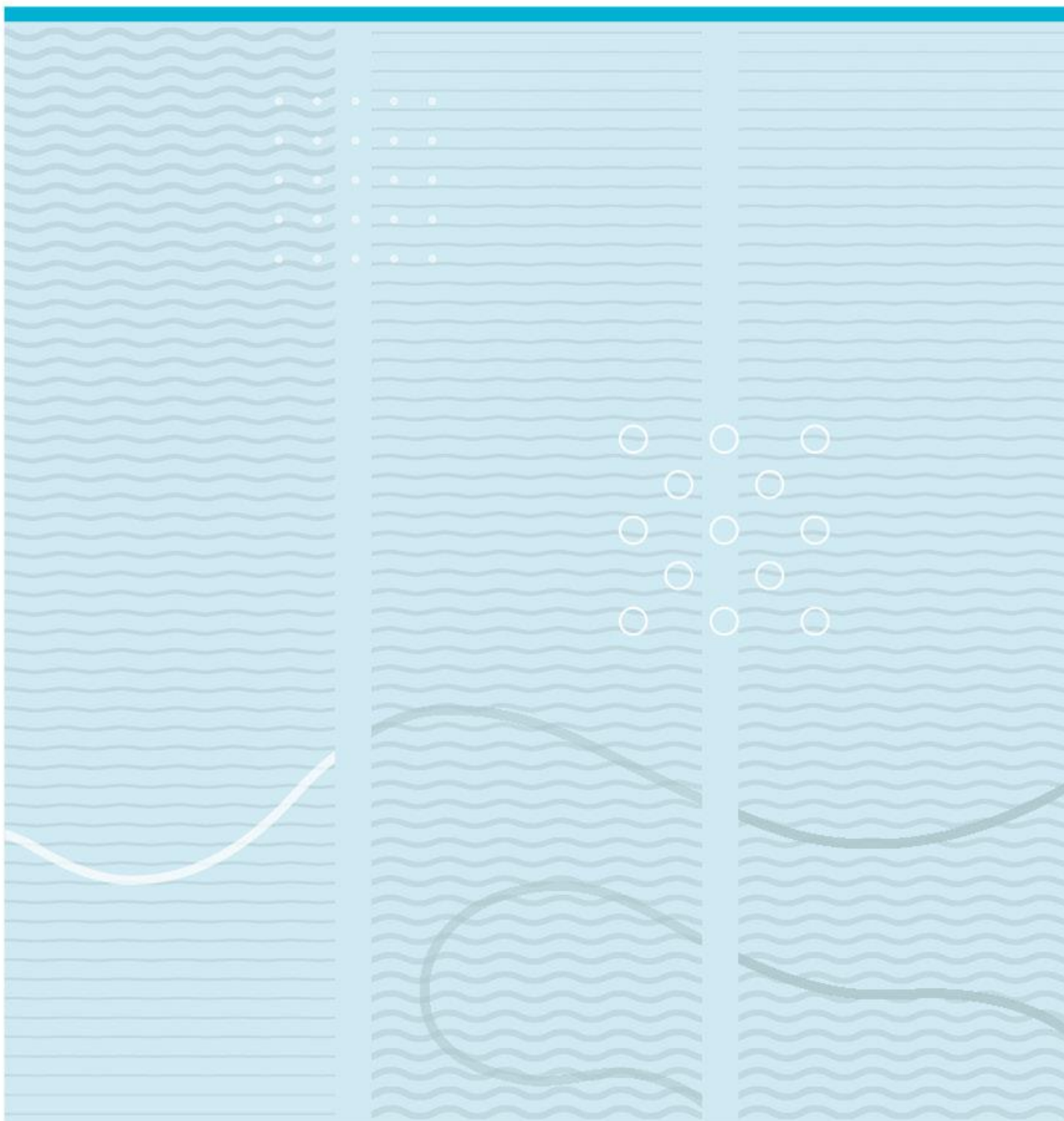


Hannah Juvet & Martine Mosebekk Larsen

Lekende læring med Sphero-Bolt i 1. og 2. klasse

Hvordan kan lek med roboter ivareta barns motivasjon og mestring i matematikk, og samtidig være et nyttig verktøy i utvikling av barns matematiske samtaler?



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for humaniora, idretts- og utdanningsvitenskap
Institutt for pedagogikk
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2023 Hannah Juvet & Martine Mosebekk Larsen

Denne avhandlingen representerer 45 studiepoeng

Forord

Å levere denne oppgaven markerer en slutt på en femårig utdanning. Ikke minst er dette også starten på et nytt kapittel hvor vi trer inn i læreryrket. Det å skulle skrive en masteroppgave har vært spennende og givende, men også en krevende prosess. Det har gitt oss innblikk i vårt yrke, samtidig bydd på mestringsfølelse og gode erfaringer. Det er mange som har bidratt til at vi kom i mål med oppgaven og vi derfor å rette en stor takk til disse.

Vi vil først og fremst si takk til vår fine veileder Aud Kjæret, som har fulgt og støttet oss gjennom hele prosessen. Gjennom veiledningen har hun alltid vært tilgjengelig, gitt oppløftende ord og motivert oss gjennom de tunge periodene. I tillegg har hun gitt konstruktive tilbakemeldinger på oppgaven som har vært ekstremt nyttige for det ferdige resultatet.

Videre vil vi takke skolen, lærerne og elevene som ønsket å delta i dette forskningsprosjektet. Dere har gitt oss mulighet til å gjennomføre forskningen vår.

Avslutningsvis vil vi takke familie som har vært gode støttespillere hele veien, og for at de har hatt troen på oss.

Drammen, juni 2023

Hannah Juvet & Martine Mosebekk Larsen

Sammendrag

I dagens samfunn er teknologien en naturlig og integrert del av samfunnet vårt. Teknologien er mye mer tilgjengelig nå enn tidligere, og samtidig er det ikke nødvendig å ha kunnskap om programmering for å kunne ta i bruk en mobil eller datamaskin. Med det tatt i betraktning, er dette et tema som interesserer oss sterkt og vi ville vite mer om og finne ut av hvordan man som lærer i tidlig skolegang kan innlemme arbeid med teknologi og roboter på en lek -og lærebasert måte. I tillegg til programmering er det også blitt et større fokus på elevers kommunikasjon og matematiske samtaler. Med dette i bakhodet var det viktig for oss å finne det riktige verktøyet å bruke. Etter flere samtaler med vår veileder og ved å ha sett på de ulike programmeringsverktøyene vi har blitt kjent med og prøvd ut selv i løpet av vår utdanning, kom vi frem til at Sphero-Bolt passet godt til det vi ville forske på og finne svar på. På bakgrunn av dette, har vi kommet frem til følgende problemstilling: *Hvordan kan lek med roboter ivareta barns motivasjon og mestring i matematikk, og samtidig være et nyttig verktøy i barns utvikling av matematiske samtaler?*

Vi har gjennom våre praksisopphold på grunnskolelærerutdanningen erfart at det er manglende kunnskap og erfaringer med programmering hos lærere i barneskolen. Det er viktig at vi som lærere også utfordrer oss selv på det «ukjente» fordi man vil ofte sitte igjen med masse nye erfaringer, og videre lyst til å prøve ut slike undervisningsøkter i klasserommene. Samtidig har vi et ønske om å vise at ved å jobbe på denne måten vil elevene kunne bli utfordret på ferdigheter som kritisk tenkning og problemløsning samt la elevene utfolde sin kreativitet. Samtidig vil man også, etter vår erfaring, skape og fremme motivasjon og videre lærelyst.

For å belyse problemstillingen er det gjennomført refleksiv praksisforskning som foregikk over seks undervisningsøkter med elever fra første og andre trinn. Resultatene våre er dokumentert gjennom observasjonsskjema, som vi tok i bruk etter hver økt. For å kunne diskutere problemstillingen og forskningsspørsmålene, har vi valgt ut teori om lek i skolen og Anna Sfard (2007) sitt kognitivt rammeverk som tar for seg fire diskursive kategorier med fokus på kommunikasjon. Videre har vi gjort rede for teori om begrepsinnlæring i matematikk. Vi trekker også inn tidligere forskning som ser på hvordan man kan implementere roboter i matematikkundervisningen, og hvordan det hensiktsmessig kan gjøres slik at elevene sitter igjen med et godt læringsutbytte. På

denne måten har det vært mulig å studere og si noe om hvordan man gjennom lek ved bruk av Sphero-Bolt kan ivareta barns motivasjon og mestring i matematikk, og samtidig være et godt verktøy for å utvikle barns matematiske samtaler.

Abstract

In today's society, technology is a natural and integrated part of our community. Technology is much more accessible now than before, and one does not need knowledge of programming to use a mobile phone or computer. Taking that into consideration, this is a topic that strongly interests us, and we wanted to learn more about how teachers in early education can incorporate technology and robots in a play-based and learning-oriented way. In addition to programming, there has also been an increasing focus on students' communication and mathematical conversations. With this in mind, it was important for us to find the right tool to use. After several conversations with our supervisor and having explored and tried out various programming tools during our education, we concluded that Sphero-Bolt was well suited for the research and answers we were seeking. Based on this, we have formulated the following research question: *How can play with robots support children's motivation and mastery in mathematics while being a useful tool in their development of mathematical conversations?*

Through our practical placements in elementary teacher education, we have experienced a lack of knowledge and experience in programming among elementary school teachers. It is important that we as teachers also challenge ourselves with the "unknown" because it often leads to gaining new experiences and a desire to try out such teaching sessions in classrooms. At the same time, we have a desire to demonstrate that by working in this way, students can be challenged in skills such as critical thinking and problem-solving, as well as allowing them to unfold their creativity. Furthermore, based on our experience, this approach creates and enhances motivation and a desire to learn.

To address the research question, we conducted reflexive practice research over six teaching sessions with students from first and second grade. Our results were documented through observation forms that we used after each session. To discuss the

research question and research inquiries, we have chosen theory on play in schools and Anna Sfard's (2007) commognitive framework, which focuses on four discursive categories related to communication. Additionally, we have presented theories on conceptual learning in mathematics. We also draw on previous research that examines how robots can be implemented in mathematics education and how to do it effectively to ensure students achieve a good learning outcome. In this way, we have been able to study and provide insights into how play with Sphero-Bolt can support children's motivation and mastery in mathematics while being a valuable tool for developing their mathematical conversations.

INNHold

FORORD	3
SAMMENDRAG.....	4
ABSTRACT	5
1 INNLEDNING.....	9
1.2 STRUKTUR PÅ OPPGAVEN	13
2 TEORI.....	15
2.1 LEK	15
2.2 KOMMOGNISJON.....	18
2.3 BEGREPSINNLÆRING	21
3 TIDLIGERE FORSKNING OM PROGRAMMERING I SKOLEN	23
3.1 BRUK AV PROGRAMMERBARE ROBOTER I SKOLEN.....	25
3.2 TIDLIGERE FORSKNING MED BRUK AV SPHERO I UNDERVISNING	27
4 METODE.....	29
4.1 SPHERO BOLT.....	31
4.2 DATAINNSAMLING.....	32
4.3 DOKUMENTASJON AV DATAINNSAMLINGEN	34
4.4 FORARBEID.....	37
4.5 ANALYSEARBEID.....	39
4.6 REFLEKSJONER KNYTTET TIL SFARDS RAMMEVERK	39
4.7 FORSKNINGSKVALITET	40
4.8 ETISKE HENSYN	42
5 RESULTATER OG ANALYSE.....	44
5.1 BESKRIVELSER AV OBSERVASJONER I KLASSEROMMET	44
5.2 HVORDAN KAN LEK MED SPHERO-BOLT UTVIKLE BARNES MATEMATISKE KOMMUNIKASJON OG SAMARBEIDSFERDIGHETER?.....	51
5.2 HVORDAN KAN LEK MED SPHERO-BOLT UTVIKLE BARNES BEGREPSFORSTÅELSE I MATEMATIKK?	54
6 DISKUSJON.....	62
6.1 SPHERO BOLT – ET MANGFOLD AV LÆRING.....	62
6.2 LEK MED PROGRAMMERING – RIKE MULIGHETER FOR MATEMATISKE SAMTALER	66
6.3 VIRKELIGHETSNÆR KONTEKST.....	67
6.4 VISUELLE MEDIATORER.....	69
6.5 SPHERO BOLT SOM «DEN ERFARNE».....	70
6.6 EVALUERING AV UNDERVISNINGSOPPLEGGET	71
7 AVSLUTTENDE REFLEKSJON	75

8 LITTERATURLISTE	78
MODELLISTE	83
VEDLEGG 1: OBSERVASJONSSKJEMA	84
VEDLEGG 2: INFORMASJONSSKRIV OG SAMTYKKESKJEMA	85
VEDLEGG 3: MELDESKJEMA	89

1 Innledning

Programmering blir stadig viktigere som en grunnleggende ferdighet, som elevene skal lære i sin utdanning for å kunne møte de utfordringene og standardene som fremtiden bringer. Med innføringen av LK20 fikk programmering en større plass i skolen enn tidligere. Kompetansemål som omhandler programmering er knyttet til flere fag, mens selve opplæringen av programmering er knyttet til læreplanen i matematikk. Ifølge Forsström & Kaufmann er det for lite forskningsgrunnlag som tilsier at det er hensiktsmessig å kombinere programmering med matematikkfaget, samt kunnskap om hvordan denne kombinasjonen påvirker elevenes læring (Forsström & Kaufmann, 2018). Forsström & Kaufmann (2018) etterlyser forskningsstudier som setter fokus på elevers kollektive læringsprosesser. De trekker frem at for å få en bedre forståelse for hva programmering kan bringe til elevenes læring, må man se på læring som en kollektiv prosess. Dette handler om å undersøke elevenes samtaler og om hvordan programmeringsverktøyet blir brukt, i tillegg til lærerens rolle. Zhong & Xia (2020) har i likhet med Forsström & Kaufmann undersøkt hvilke fordeler programmering kan ha for matematikkfaget. Dette er noe vi også selv erfarte under en praksisperiode. Her opplevde vi at ved å ta i bruk programmering i matematikk, bidro det til at alle elever uavhengig behov, ble inkludert. Felles for forskningen (jf. Forsström & Kaufmann, Zhong & Xia) er at begge fremhever viktigheten rundt lærerens kompetanse og holdninger til programmering. Dette handler om at læreren må være i stand til å kunne anerkjenne og bruke potensialet til programmeringsverktøyene, hvis ikke vil det muligens gå på bekostning av elevenes læring.

Det finnes flere grunner til at programmering har kommet med i læreplanverket for grunnskolen i Kunnskapsløftet 2020. I 2016 kom Senter for IKT i Utdanningen ut med en notatserie som belyser og diskuterer ulike temaer som er aktuelle. Hensikten er å spre kunnskap og skape nyanserte debatter rundt de ulike temaene. Kristine Sevik (2016) skriver i notatet at argumentene for programmering i skolen knyttes ofte til de nødvendige ferdighetene for det 21. århundre, behovet for digital kompetanse i næringslivet samt evnen til å forstå hvordan et samfunn som blir stadig mer digitalisert fungerer. EU har programmering på sin "Digital Agende for Europe" og oppfordrer medlemslandene til å programmering i skolen (Sevik, 2016, s. 6). Satsningen blir

begrunnet med at programmering er en viktig kompetanse og ferdighet som fremmer samarbeid, kreativitet og at man kan kommunisere via et felles språk.

I den digitale fremtiden er det essensielt å vite hvordan teknologien fungerer fordi det vil innta en større plass i livene våre fremover. Som tidligere nevnt i utredningen NOU 2013:2 kom det frem at det er manglende kompetanse i programmering, og at det er et stort behov for å legge til rette for at barn i skolen forstår hvordan man kan skape teknologi, ikke bare bruke den. I læring og utdanning er evnen til logisk tenkning, ferdigheter i å være skapende og interesse til å produsere vært viktig. Den enorme utviklingen av det teknologiske samfunnet vi har i dag og i årene som kommer, utfordrer måten vi lærer på og hvilken kunnskap og kompetanse som vil være nødvendig (Sevik, 2016, s.6). “Å skape meningsfulle læringsprosesser, utvikle skapende evner og dyp forståelse krever andre tilnærminger i teknologirike omgivelser. Å skape og produsere digitale krever forståelse og kompetanse i programmering” (Sevik, 2016, s. 6).

I læreplanverket for Kunnskapsløftet (LK20) for 1.-7.trinn ble programmering for første gang innført i fagene matematikk, naturfag og kunst & håndverk. I kompetansemålene for matematikk blir programmering for første gang eksplisitt nevnt under 5.trinn; “*lage og programmere algoritmer med bruk av variabler, vilkår og løkker.*” (Utdanningsdirektoratet, 2020). Under 4.trinn er det knyttet opp mot begreper som henger sammen med programmering, og er en progresjon fra tidligere kompetansemål som går under 1.- 3.trinn (Utdanningsdirektoratet, 2020). Ved å se på kompetansemålene ser man at de første årene (1.-3.trinn) er knyttet mest opp imot algoritmisk tenkning når det kommer til programmering.

Etter 6. og 7. trinn bygger også videre på tidligere år, men det er først her man knytter programmering til et annet matematisk område. Disse kompetansemålene er knyttet til geometri og statistikk (Utdanningsdirektoratet, 2020). Kompetansemålet for eksempelvis 6.trinn er å “*bruke variabler, løkker, vilkår og funksjoner i programmering til å utforske geometriske figurer og mønstre.*” (Utdanningsdirektoratet, 2020).

I faget matematikk ser vi at både programmering og lek knyttes sammen. Eksempel på dette kan være læreplanmålet etter 2.trinn; “*lage og følge regler og trinnvise*

instruksjoner i lek og spill.” (Utdanningsdirektoratet, 2020). Med andre ord åpner lek opp for meningsfylt opplæring av programmering for de yngste elevene.

I denne oppgaven har vi hatt fokus på kompetansemålene etter 2.trinn og brukt de aktuelle i arbeidet med undervisningsopplegget vi brukte til å innhente data.

Kjerneelementene

I læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 (LK20) har alle fag egne kjerneelementer (Utdanningsdirektoratet, 2020). Kjerneelementene inneholder det som anses som det viktigste faglig for å kunne både mestre, forstå og anvende faget. I denne forskningen er det fokus på utforskning og problemløsning samt resonnering og argumentasjon.

Utforskning i matematikk handler om at elevene leter etter mønstre, finner sammenhenger og diskuterer seg frem til en felles forståelse (Utdanningsdirektoratet, 2020). Problemløsning tar for seg hvordan elevene kan utvikle en metode for å løse et problem de ikke kjenner til fra før. Algoritmisk tenkning er en viktig del av utvikling av strategier og fremgangsmåter for å løse problemer og det handler om å kunne bytte ned et problem i delproblemer slik at man kan løse problemet systematisk. Argumentasjon og resonnering handler om å kunne begrunne resultatene som man har kommet frem til, og at det ikke er tilfeldig. Videre skal elevene lære seg å komme frem til at fremgangsmåtene og løsningene som de presenterer er gyldige (Utdanningsdirektoratet, 2020). Disse kjerneelementene legger altså vekt på at elevene selv diskuterer seg frem til en felles forståelse med lite eller ingen hjelp fra læreren, samt kunne argumentere hvorfor det de har kommet frem til er riktig. Elevene skal altså ikke bli presentert en ferdig løsning (Utdanningsdirektoratet, 2020). I undervisningen i denne forskningen legges det opp til at elevene får erfaringer med kjerneelementene gjennom bruk av Sphero Bolt og de matematiske samtalene som utspiller seg.

Programmering handler om mer enn å kunne styre robotene, og Statped uttrykker hvordan programmering kan legge til rette for kreativitet, problemløsning, stimulering av skaperglede, nysgjerrighet, selvtillit og vilje til å prøve og feile (Statlig spesialpedagogisk tjeneste, 2021). Skaperglede og nysgjerrighet har sin plass i overordnet del i LK20. Overordnet del tar for seg skaperglede, engasjement og utforskertrang som er en del av opplæringens verdigrunnlag. Dette innebærer at skolen må legge til rette for at elevene skal kunne være nysgjerrige, oppdage og skape. En slik tilrettelegging og opplæring kan foregå på ulike måter gjennom sansing, tenkning, estetiske uttrykksformer og praktiske

aktiviteter (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 7). Lek i skolen er fremmet i FN-konvensjonen under barns rettigheter hvor det mer spesifikt i artikkel 31 eksplisitt står skrevet at barn har rett til å leke. Videre ser vi lek kommer frem i overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen. Her står det skrevet følgende;

«For de yngste barna i skolen er lek nødvendig for trivsel og utvikling, men også i opplæringen som helhet gir lek, muligheter til kreativ og meningsfylt læring.»
(Kunnskapsdepartementet, 2017, s.7)

Lek i skolen er fremmet i FN-konvensjonen under barns rettigheter hvor det mer spesifikt i artikkel 31 eksplisitt står skrevet at barn har rett til å leke. Videre ser vi lek kommer frem i overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen. Her står det skrevet blant annet at for de yngste barna er lek nødvendig for trivsel og utvikling samt at lek i opplæringen gir muligheter til kreativitet og meningsfylt læring (Broström, 2019, s. 43).

I denne forskningen har vi valgt å legge vekt på de yngste elevene i skolen for å kunne vise at dette er noe man kan introdusere, lære og bruke aktivt med de minste, men også fordi vi selv har erfart at det ikke finnes noen forskning ved bruk av programmering som inkluderer denne aldersgruppen. Behovet for teknologisk kunnskap øker, og dermed må elevene få tilgang til å lære og få kunnskap allerede i ung alder.

Digital kunnskap er ikke det eneste som blir viktig i fremtiden. Van Laar, Van Deursen, Van Dijk & De Haan (2017) belyser hvordan kommunikasjon og samarbeid også vil være viktige ferdigheter. Dette ser vi i overordnet del av læreplanen der det legges vekt på at gjennom samarbeid oppstår nytenkning og entreprenørskap, slik at nye ideer kan omsettes til handling (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 7). Gjennom kommunikasjon vil man kunne skape nye måter å uttrykke seg på, samt tilegne seg nok kunnskap slik at man er i stand til å løse problemer.

På bakgrunn av det overnevnte har vi i denne masteroppgaven valgt følgende problemstilling:

Hvordan kan lek med roboter ivareta barns motivasjon og mestring i matematikk, og samtidig være et nyttig verktøy i barns utvikling av matematiske samtaler?

For å undersøke vår problemstilling har vi gjennomført et undervisningsopplegg i andre og første trinn på tre forskjellige skoler. I undervisningen skal elevene bli kjent med egenskapene og potensialet til roboten Sphero-Bolt, samt gjøre ulike oppgaver på et kodeark for å kunne utvikle de gode matematiske samtalen som oppstår og tilegne seg en bredere begrepsforståelse. Som metode er det blitt brukt refleksiv praksisforskning der det er samlet inn data ved bruk av deltagende observasjon, hvor vi i etterkant av undervisningen har benyttet oss av observasjonsskjema. For å svare på problemstillingen, har vi laget to forskningsspørsmål:

- 1. Hvordan kan lek med Sphero Bolt utvikle barns matematiske kommunikasjon og samarbeidsferdigheter?*
- 2. Hvordan kan lek med Sphero Bolt utvikle barns begrepsforståelse i matematikk*

1.2 Struktur på oppgaven

I oppgavens første kapittel er bakgrunn for valg av tema og problemstilling blitt presentert. Vi har også lagt vekt på å skrive om hvorfor og hvordan programmering har tatt sin plass i undervisningen før det videre er det gitt en beskrivelse av funksjonene som ligger i Sphero-roboten. Avslutningsvis i kapitlet er kjerneelementene i matematikk også blitt presentert.

I kapittel 2 er det gitt en presentasjon og beskrivelse av teori. For å finne frem til teorien, har søkeord som «Programmering i skolen», «Programmering med Sphero», «Lek i skolen», «Lek i skolen med programmering», «programmable robot» og «programmable robot Sphero-Bolt» blitt brukt. Innledningsvis ser vi på lek og viktigheten av å kunne bruke det i undervisning, før vi går over på det teoretiske rammeverk om kognisjon av Anna Sfard (2007), hvor vi tar utgangspunkt i de fire

diskursive kategoriene *ord, narrativ, visuelle mediatorer og rutiner*. Avslutningsvis presenterer vi teori om begrepsinnlæring. Dette har samlet gitt oss et grunnlag til å si noe om hvilken rolle Sphero-ballen har hatt for elevenes måte å kommunisere og samarbeide på, og hvordan det kan gi elevene rike muligheter til begrepsinnlæring og fremme motivasjon og mestring.

I kapittel 3 er det gitt en presentasjon av tidligere forskning om programmering i skolen. Vi har i denne delen av oppgaven sett på bruk av digitale verktøy og programmering i skolen, før vi videre går inn på forskning om programmering ved bruk av roboter. Helt til slutt har vi sett nærmere på forskningsartikler knyttet til bruk av Sphero-baller i undervisning.

I kapittel 4 er forskningsdesign og metoden vi valgte for datainnsamlingen vår blitt gjort rede for. Vi har videre gitt en beskrivelse av planlegging og utformingen av undervisningsopplegget vi brukte i forskningen, i tillegg har vi og gitt et innblikk i analyseprosessen. Videre har vi kommet med refleksjoner knyttet til Sfards sitt rammeverk og oppgavens forskningskvalitet. Avslutningsvis har vi sett på de etiske hensynene som har blitt foretatt underveis i prosessen.

I kapittel 5 presenteres resultatene vi har funnet samt en analyse av funnene våre. Vi starter i denne delen av oppgaven med å se på hvordan lek med Sphero kan bidra til barns mestring og motivasjon i ulike klasserom hvor vi presenterer innhentet data fra observasjonsskjemaet som ble brukt. Deretter legger vi frem tre utvalgte caser fra vår innhentede data og gitt en analyse av disse på bakgrunn av Sfards fire diskursive kategorier.

I kapittel 6 drøftes funnene som har blitt trukket frem i resultatene opp mot teori og tidligere forskning. Det vil det blitt gjort rede for mangfoldet som Sphero-Bolts tilbyr samt hvordan Sphero-Bolt gir rike muligheter for de matematiske samtalene. Avslutningsvis vil undervisningsopplegget evalueres.

I kapittel 7 presenteres avsluttende refleksjon hvor vi tar frem de viktigste punktene fra kapittel 6. Videre vil vi sette et kritisk blikk på forskningen som denne oppgaven tar for

seg. Til slutt vil fokuset rettes mot våre avsluttende tanker hvor vi vil komme med refleksjoner, kritisk blikk og forslag til videre forskning.

2 Teori

I det følgende kapittelet vil det først bli presentert historiske perspektiver på lek fra 1600-tallet og frem til i dag. Deretter vil det redegjøres for begrepene formålsoverorientert lek og verdiorientert lek. Videre vil vi ta for Sfard og hennes teori om *kommognisjon*. For å innsikt og forståelse i dette rammeverket har det vært nødvendig å se på flere ulike tekster (Sfard, 2006, 2007, 2008), ettersom det har vært vanskelig å få ordentlig tak på hva teorien egentlig handlet om. Vi vil for det meste ta utgangspunkt i artikkelen fra 2007, men supplere med andre artikler der det er nødvendig i tillegg boken til Sfard har skrevet om *kommognisjon*, *Thinking as Communicating*, hvor teorien blir beskrevet på et detaljert nivå og innfører flere nye begreper. Til slutt vil vi ta for oss begrepsinnlæring, og gjøre rede for hvorfor dette er en viktig del og stor del av matematikkundervisningen.

2.1 Lek

Historiske perspektiver på lek

Johan Amos Comenius var en viktig talsmann på 1600-tallet, han var en talsmann for de nye pedagogiske ideene. Han var en av de første som understrekte hvor viktig oppdragelsen av barna i de aller første årene er, og han mente blant annet at det var grunnleggende viktig at mødre lekte med barna sine i alderen mellom 2 og 4 år. Det vi kjenner som barnehagen i dag og barns frie lek, kom på banen i fagfeltet omkring 1840 av pedagogen Friedrich Fröbel. I følge Fröbel er leken den grunnleggende kjernen i barneoppdragelsen og derfor er det viktig å legge til rette for den frie leken for barna. Leken ble knyttet til læring av blant annet George Herbert Mead & John Dewey. Mead argumenterer for det spontane i leken og lekens engasjement kunne være et godt bidrag til å fornye undervisningen i skolen for de aller minste elevene (Lillemyr, 2019, s. 57-58). Mead tar for seg lek som aktivitetsprinsipp og mener at det finnes tre alminnelige former for menneskelig aktivitet som er arbeid, kunst og lek. Han mener at lek skiller seg fra de to andre på grunn sin “absolutte spontanitet og sin mangel på bevissthet om et mål i sikte”

(Øksnes & Sundsdal, 2020, s. 97). John Dewey har skrevet om forholdet mellom lek og utdanning ved en rekke anledninger. Han mener at når vi snakker om lek, er vi primært interessert i aktiviteten, uten å nødvendigvis tenke over selve resultatet. Lekens elementer av handling, følelser og bilder er nok i seg selv. Når vi snakker om arbeid er vi ofte opptatt av hva aktiviteten som gjøres fører til, og hva som underveis bidro til det resultatet man fikk. Samtidig er det viktig å påpeke at arbeid og lek må ses i sammenheng, ellers vil leken ifølge Dewey utartes til tullball og arbeid til slit (Øksnes & Sundsdal, 2020, s. 103). Med dette mener han at når alle lekens elementer av ideer og handlinger er løsrevet fra hverandre og hensikten med selve leken blir avkuttet, vil ikke lengre denne type læring ha betydning fordi det vil ikke ha verken sammenheng eller fremdrift i det som gjøres (Øksnes & Sundsdal, 2020, s. 103).

Mead hevder at skolen insisterer på å tvinge gjennom sine egne ordninger når det kommer hvilke metoder barn skal bruke for å ta til seg læring, og at skolen baserer utdanning på arbeid som forelegg for aktiviteten. En følge av dette mener Mead at barnet ikke bare mister interesse, men også sin evne til virkelig konsentrasjon. Utdanning og skolen bør altså ikke kun bygge på arbeid, men i stedet leken som aktivitetsprinsipp, ifølge Mead. Det bør legges til rette for de avsporingene barnet møter, som svarer til den naturlige utviklingen (Øksnes & Sundsdal, 2020, s.98). I løpet av barnets utviklings –og utdanningsprosess bør barn bli plassert i situasjoner som de møter på i livet, og som appellerer til han/henne. Det kan eksempelvis handle om alt fra hvordan man skal bruke ulike verktøy, til å observere dyr og hvordan man skal behandle de og ivareta dem (Øksnes & Sundsdal, 2020, s. 99). Fra Meads perspektiv må en lærer som jobber med denne målsettingen, finne en måte å organisere en spontan aktivitet på, som møter eleven i hans naturlige utvikling liv (Øksnes & Sundsdal, 2020, s. 99). John Dewey er i likhet med Mead kritisk til at barn skal utsettes for forventninger om resultater som ligger for langt frem. Selv om det kan føre til rask progresjon i læring samt intellektuell utvikling, vil det etter hvert føre til kjedsomhet og lite motivasjon videre (Øksnes & Sundsdal, 2020, s. 105).

Lek i skolen i dag: Formålsorientert lek og verdiorientert lek

«En hjerne i utvikling har et medfødt behov for lek (Lunde & Brodal, 2022, s.10)

Lunde & Bordal (2022) trekker frem hvordan barnets viktigste prosjekt er å lære seg selv å kjenne, men også å kjenne den verden vi lever i. Videre trekker de frem hvordan læring skjer hele tiden, og foregår overalt. Ifølge Lunde & Brodal (2022) er lek barnets foretrukne læringsform på bakgrunn av lekens særpreg som den indre motivasjonen, gleden og selvreguleringen (Lunde & Brodal, 2022, s. 7).

For å kunne implementere lek som en aktiv del av det pedagogiske fundamentet, er det viktig at man danner en felles forståelse for hva som menes med lek. Dette handler om at begrepet lek har mange uttrykksformer. Et forsøk på å definere hva lek er har, Ole Fredrik Lillemyr delt lek inn i tre dimensjoner; lekens egenverdi for barn, lærende lek og lekens motivasjon (Broström, 2019, s. 44).

Broström trekker frem hvordan lek er frivillig i den forstand at lek er en prosessorientert praksis hvor barna er autonome og selvbestemmende. Med andre ord er det barna som bestemmer hva og hvem de vil leke med. Videre benevnes det hvordan lek er indre motivert. Barn leker fordi de har lyst, og målet med lek er ikke noe annet å realisere lek. Det trekkes frem hvis lekens motiv og lekens mål stemmer overens, vil leken oppleves som meningsfull. Fantasi er en essensiell del av lek. I følge Broström skaper barn en innbilt situasjon, hvor de trer inn i ulike roller og utfører fiktive handlinger (Broström, 2019, s. 44-45). Denne type lek er det som kalles verdiorientert lek. Med andre ord så handler dette om at man leker for å leke, og lekens verdi i seg selv er det viktigste.

Overgangen fra barnehagen til skolen oppleves ofte som en stor overgang da barna må vende seg til at leken har en annen plass i skolehverdagen, enn den har i barnehagen. Derfor er det viktig at læreren legger til rette for at elevene i første klasse får muligheten til å leke fritt på deres egne premisser (Broström, 2019, s. 47). Men hva er lærerens rolle i leken? I følge Broström (2019) skal læreren fungere som en observerende hjelper i konflikter som eventuelt oppstår og fungere som en motivator. Når en lærer viser interesse for barns frie lek og begynner å eksperimentere med forskjellige grader for deltagelse, mener Broström at man har tatt det første steget med å utvikle sin pedagogiske praksis

med tanke på å innlemme lek som en del av den fundamentale pedagogiske praksisen (Broström, 2019, s. 48).

Til slutt tar Broström for seg lærende lek som også kan kalles formålsoverorientert lek. Det innebærer at lærer og barn leker sammen med et faglig innhold. Et eksempel på lærende lek kan være at man som matematikklærer på første trinn, legger opp til en matematikk lek hvor lekens mål er å lære matematikk. Her ser man at lekens mål er annerledes enn den frie leken, hvor målet er kun å leke. I følge Broström er det flere forskningsrelaterte artikler som viser til lærende lek. Han nevner blant annet en hollandsk forskningsbasert lek med matematikklæring, hvor lærere og elevene sammen skulle bygge klasserommet om til en skobutikk. Her måtte elever og lærere bygge i ulike dimensjoner, og spille fiktive roller for å «kjøpe og selge» sko. Broström argumenterer for at det er mulig å legge til rette for en lek i sammenheng med læring og faglig innhold. Men han fremhever viktigheten ved at lekens karakteristikker opprettholdes, og at læreren innehar fantasi og lekkompetanse (Broström, 2019, s. 52-53).

2.2 Kommognisjon

Sfard (2007) har skrevet om noe hun kaller for kommognisjon, som er et teoretisk rammeverk der elevenes kollektive læringsprosesser blir satt i fokus. Sfard (2007) forklarer at tenkning kan ses på som en individualisert form for kommunikasjon. Det kommognitive rammeverket baserer seg med andre ord på et deltagerperspektiv, som igjen kan settes inn i det sosiokulturelle feltet. En viktig del av dette læringsperspektivet er at læring først skjer kollektivt, før man har mulighet til å mestre det alene (Sfard, 2006). Begrepet kommognisjon er satt sammen av ordene kognitiv og kommunikasjon, og dette er for å understreke at kommunikasjon også går under den kognitive prosessen. Kommognisjon legger vekt på de mønstrene som finner sted i diskursen og i selve kommunikasjonen som utspiller seg hos deltagerne.

En diskurs i seg selv handler om hvilke sett med regler som er innenfor en bestemt kontekst, som setter føringer eller rammer for hvordan deltageren handler og kommuniserer. Disse reglene endrer seg ut ifra hvilken diskurs man befinner seg i, eksempelvis på skolen eller hjemme. Slik er det også i den matematiske diskursen og ved å studere elevenes diskurs, hevder Sfard at man kan få større innblikk i hvordan elever faktisk lærer (Sfard, 2007). For å kunne delta i den matematiske diskursen må

man kunne mestre matematiske samtaler både med seg selv og andre, og det er derfor også viktig å bygge matematikk på elevens erfaringer fra hverdagsdiskursen.

Matematikkinnlæringen kan altså ses på som en endring eller utviding av elevens allerede innlærte diskurser. Det å kunne å ha et slikt perspektiv på matematikkundervisningen bidrar til å kunne studere og undersøke de kollektive læringsprosessene som finner sted.

Videre deler Sfard inn den matematiske diskursen inn i fire kategorier; ord, visuelle mediatorer, narrativ og rutiner. Ved å få en forståelse av hva disse handler om vil vi videre gi en grundig beskrivelse med utgangspunkt i Sfard sin artikkel fra 2007 samt legge til teori fra boken hennes (2008). De diskursive kategoriene *Ord* handler om hvilke ord elevene bruker, men som samtidig også er typisk for den matematiske diskursen. Hvis man hadde hørt på hva som hadde blitt snakket om i en matematikktime gjennom et lydopptak som omhandlet eksempelvis median, typetall og gjennomsnitt ville man raskt ha kunnet gjort seg opp en mening om hvilken kontekst det var hentet fra. Hvilke valg man gjør seg med ord er av den grunn en sentral del av hva som kjennetegner en diskurs. I sum er konteksten altså en viktig del av diskursen og for hvilke ord som blir brukt. Innholdet i den matematiske diskursen består av mange begreper og objekter, og det er derfor viktig at man også er bevisst på hvilke kontekster som knyttes opp til ord fordi det vil være avgjørende for hvordan elevene snakker om og bruker dem.

Visuelle mediatorer ser på hvilke representasjonsformer elevene benytter seg av i kommunikasjon. Eksempler på disse mediatorene i en matematisk diskurs er grafer, konkrete og symboler. Det er viktig å nevne at Sfard peker på at disse visuelle hjelpemidlene ikke kan ses på som en isolert støtte, men heller noe som er en integrert del av kommunikasjonsprosessen (Sfard, 2007, s. 7). Ved å bruke Sphero Bolt vil det gi mulighet for å kunne støtte seg på flere mediatorer, eksempelvis å kunne se robotens kjørebane som er en fysisk representasjonsform. Sfard (2007, s. 7) mener det er hensiktsmessig å bruke konkrete og billedlige mediatorer. Dette vil gjøre det enklere for eleven å gjøre seg opp en mening og resonnerer, fordi man kan knytte det opp mot noe fysisk sammenlignet med matematiske symboler.

Narrativ er all tekst, skriftlig eller muntlig, som gir en beskrivelse av objekter, relasjoner mellom dem, eller prosesser som er knyttet til dem (Sfard, 2007, s. 8). Videre kan disse narrative vurderes som sanne eller usanne, altså godkjennes eller avvises (Sfard, 2007, s. 8). Sfard skriver også at narrativet kan utspille seg på to måter; objekt- og metanivå. Når det kommer til narrativ på objektnivå er dette knyttet til beskrivelser av eller til matematiske objekter og kan ta form som en definisjon, påstand eller et teorem. På metanivå innebærer narrativet seg her om selve diskursen, eksempelvis å snakke om et matematisk begrep eller om fremgangsmåter for hvordan man kan løse en oppgave.

Rutiner defineres som en mer overordnet kategori som handler om repeterende mønster i elevenes handlinger som er karakteristisk for den gitte diskursen (Sfard, 2007, s. 8). Bruk av ord, visuelle mediatorer og narrativ er derfor en del av denne kategorien. De diskursive reglene som trer frem styrer hva elevene sier og gjør, dette er regler og rutiner som kan være eksplisitte og implisitte. Sfard skiller også mellom regler på objekt- og metanivå. Regler på objektnivå tar for seg objektene og relasjonene mellom dem, eksempelvis for hvordan man legger sammen tall eller bruker geometriske figurer til å løse problemer innenfor det matematiske feltet. Metaregler kan beskrives som et styrende element for hva elevene gjør og sier i matematiske aktiviteter. I dette teoretiske rammeverket er det metareglene som er i sentrum og som utgjør elevenes rutiner i denne kognitivelye forskningen. Rutiner spiller altså en stor rolle i forhold til metareglene fordi rutinene kommer til syne som gjentagende mønster i matematiske aktiviteter. Et eksempel på dette kan være hvordan elevene argumenterer med hverandre, og deretter vurderer om et svar er feil eller riktig.

Sfard hevder at metaregler gjør det lettere å bestemme seg for hvordan man skal handle, sammenlignet med om man hadde hatt uendelige valgmuligheter (Sfard, 2008, s. 206). I sum kan man si at ved å forstå og anvende metaregler på en effektiv måte kan man utvikle en dypere forståelse ved for eksempel symboler og deres bruk, og videre bruke denne kunnskapen til å utvikle nye ferdigheter og kunnskaper.

Innenfor rammeverket til Sfard (2007) blir læring av matematikk sett på som en endring eller utviding av elevenes diskurser, og skiller som tidligere nevnt mellom læring på objekt – og metanivå. Hun beskriver læring på objektnivå som en prosess der det

elevene lærer bygger på det hen allerede kan, og dermed passer sammen med de ulike narrativene elevene allerede har godkjent. Ved å jobbe på denne måten utvider eleven sin egen diskurs fordi man kan oppnå utviklet begrepsforståelse, skape nye rutiner og bli kjent med nye narrativ som står til det eleven allerede kan fra før. Hvis man skal se på læring på metanivå kreves det at det foregår en endring i elevens diskurs. Dette skjer når det oppstår en konflikt i møte med andres diskurser, eksempelvis når nye matematiske objekter blir introdusert for eleven, men som da ikke samsvarer med de allerede godkjente narrativene. Læring på metanivå handler altså om en endring i metareglene. I følge Sfard må læring på metanivå skje fra en ytre påvirkning, fordi det er usannsynlig at denne type læring kan basere seg på kun ren logikk. Med andre ord skjer dette ofte i samspill med andre, altså når eleven møter på matematiske diskurser som ikke stemmer overens med sine egne. Dette er noe Sfard definerer som en *kommognitiv konflikt*, og kan oppstå ved at de som deltar i interaksjonen handler på ulike metaregler. Denne kommognitive konflikten som kan oppstå har også potensial til å produsere læring på metanivå, fordi det gir innsikt i og kunnskap om hverandres diskurser. Sfard (2008) påpeker at den kommognitive konflikten løses ved at den ene parten godkjenner det motstridende narrative som dukker opp. Den mer erfarne parten, som kan være en lærer eller medelev, presenterer et narrativ og den andre parten eliminerer samtidig sitt eget. Kommognitive konflikter vil med andre ord være samtaler med stort læringspotensial, fordi i denne teorien handler det om å skape mening av andre elevers og voksnes tenkning om det som er rundt oss og verden.

Sfard (2008) bruker begrepet «en mer erfaren deltager» i sin teori om hvordan det skal oppstå en endring i en diskurs. Dette ser vi likeheter til med Abtahi et al. (2018), hvor hun trekker frem «otherness in mathematics» som tar for seg relasjonen mellom den individuelle og andre. Hun trekker videre frem hvordan læring skjer i samspill med andre gjennom «the more knowledgeable other». Abtahi (2018) argumenter for at «A tool can also become the other that could be more knowledgeable».

2.3 Begrepsinnlæring

Forståelse og innlæring av begreper er en stor del av matematikkundervisningen, og er ifølge Stengrundet & Valbekmo (2019) viktige byggesteiner i matematikken. Videre trekker de frem hvordan begrep og ord ikke er det samme. Derimot er begrepet det

abstrakte innholdet i ordet. Målet med begrepsinnlæring i matematikkundervisningen er at elevene skal være i stand til å kjenne igjen begrepet, representere det på ulike måter samt forstå i hvilken situasjon begrepet kan tas i bruk (Stengrundet & Valbekmo, 2019, s. 3).

Begrepsinnlæringen starter lenge før elevene starter på skolen. Stengrundet & Valbekmo (2019) mener at barn allerede i barnehagen kan lære begrepet rektangel er en firkant med to og to parallelle sider. Dette kan senere bygges videre med forståelsen om at et rektangel har fire rette kanter og to diagonaler som er like lange. I begrepsinnlæringen er det viktig at barna fra den forenklete fremstillingen, får en riktig innlæring av begrepet. Eksempelet som trekkes frem av Stengrundet & Valbekmo (2019) peker på hvordan et barn kan si at det er bare kvadrater som er firkanter, er det essensielt for videre læring av begrepet firkant, at det korrigeres slik at barnet forstår at begrepet firkant omhandler alle figurer med fire hjørner (Stengrundet & Valbekmo, 2019, s. 3).

Begrepsinnlæring er ikke noe som kun gjelder matematikk, men er noe som elevene møter i de fleste fag i skolen. Noen av begrepene elevene møter på de har kjennskap til fra før av, og andre er helt fremmede. Etter hvert vil det bli en del begreper som elevene har møtt og lært om. Derfor er en stor del av begrepsinnlæringen og begrepsforståelsen nettopp det å se sammenhenger mellom de ulike begrepene (Stengrundet & Valbekmo, 2019, s. 4). Noen av begrepene som elevene møter på er det viktig at de forstår, og derfor arbeider man med begrepene gjennom flere år for å danne en solid begrepsforståelse. Disse begrepene kalles overordnede begreper (Stengrundet & Valbekmo, 2019, s. 4). Innenfor de overordnede begrepene er det underbegreper. Slike underbegreper kan befinne seg på samme nivå og da betegnes det som sidebegreper. Videre i artikkelen om begrepsinnlæring, trekker Stengrundet & Valbekmo (2019) hvordan læreren må analysere begrepet som skal læres matematisk. Det innebærer å reflektere over hvilke typer representasjoner som skal presenteres til elevene, hvilken relasjon har elevene til dette begrepet fra før av og hvordan kan man definere begrepet (Stengrundet & Valbekmo, 2019, s. 4).

Innlæring og utvikling av begreper er en krevende og langvarig prosess. Stengrundet & Valbekmo konkluderer med at god begrepsforståelse utvikles over år og den bygges bit

for bit gjennom arbeid, hvor elevene får kjennskap til og erfaringer med begrepets egenskaper og kjennetegn (Stengrundet & Valbekmo, 2019, s. 9).

En av de fire kategoriene i rammeverket til Sfard (2007), er ord. Her er fokuset rettet mot hvilke ord som elevene bruker. Ifølge Jensen (2020) skiller matematikkspråket seg ut fra dagligspråket på bakgrunn av det matematiske språket krever en større grad av presisjon (Jensen, 2020, s. 170). Sfard (2007) snakker om hvordan valg av ord som blir tatt i bruk er en sentral del av hva som kjennetegner elevenes diskurs.

Hvilke valg man gjør seg med ord er altså en sentral del av hva som kjennetegner en diskurs. I sum er konteksten altså en viktig del av diskursen og for hvilke ord som blir brukt. Innholdet i den matematiske diskursen består av mange begreper og objekter, og det er derfor viktig at man er bevisst på hvilke kontekster som knyttes opp til ord, fordi det vil være avgjørende for hvordan elevene snakker om og bruker dem. Jensen (2020) hevder at det er krevende å lære et språk og et fag samtidig, og mangel på ord og begreper hindrer elevene i å få vist sine matematiske kunnskaper.

3 Tidligere forskning om programmering i skolen

I kapitlet over om teori tok vi for oss et teoretisk rammeverk som omhandlet lek, kommunikasjon og matematiske samtaler og begrepsinnlæring. Vi vil nå videre presentere forskningsartikler som vi anser som viktig i dette temaet om arbeid med programmering i matematikkundervisningen. Først vil vi ta for oss digitale verktøy og programmering i skolen, før vi deretter går over på forskning som tar for seg bruk av programmerbare roboter, hvor det avslutningsvis henvises til forskning knyttet til bruk av Sphero. Den sistnevnte forskningen anser vi som meget relevant da Sphero- Bolt er det som blir benyttet i denne masteroppgaven.

Forsström & Kaufmann (2018) har skrevet en oversiktsartikkel hvor de har tatt for seg litteratur om forskning som er utført i forhold til programmering i skolen.

Innledningsvis trekker de frem hvordan programmering stadig blir en viktigere grunnleggende ferdighet i verden for å kunne møte de utfordringene og standardene fremtiden krever. Programmering er inkludert i læreplaner i mange land innenfor faget matematikk slik som det er i Norge i LK20. Derfor ligger utfordringen hos skolene og utdanningssektorene som må sikre at elevene får opplæring slik at de til slutt har nok

kompetanse om programmering og teknologi, til at de klarer seg i den stadig utviklende verden vi lever i. Hensikten med denne studien var å få en oversikt over hvorvidt det er forskningsmessig grunnlag for å kombinere og føre inn programmering inn i matematikkfaget og for å kunne sette søkelys på hvilke områder det er behov for mer forskning. Funnene i denne forskningen trekker Forsström & Kaufmann (2018) frem tre dominerende temaer: motivasjon, elevprestasjoner i matematikk og samarbeid. Blant annet viste det seg at flere av studiene/litteraturen som ble gjennomgått, viser til positive resultater ved å ta i bruk og inkludere programmering inn i matematikkfaget. Til tross for de positive resultatene, poengterer Forsström & Kaufmann (2018) det er for lite forskning som er gjennomført, til at de kan generalisere funnene.

Bray & Tagney (2017) har gjennomført en systematisk kartlegging av læreres bruk av digitale verktøy i matematikkfaget. De legger vekt på hvordan lærere tar i bruk teknologien og understreker at det ofte blir brukt på en måte som er mer praktisk hvor som gjør at de ikke utnytter potensialet godt nok. Videre benevner Bray & Tagney (2017) hvordan den «riktige» bruken, altså hvordan man utnytter potensialet til de digitale verktøy slik at man utforsker og får en dypere forståelse for matematikk. Dette krever en endring i den pedagogiske tilnærmingen i klasserommet. Den pedagogiske endringen innebærer mer elevsentrert undervisning, en kompetent lærer som vet hvordan man kan legge til rette for en slik pedagogisk tilnærming og har kompetanse innenfor de teknologiske verktøyene som blir tatt i bruk.

Både Bray & Tagney (2017) og Forsström & Kaufmann (2018) snakker om hvordan man skal ta i bruk teknologien i skolen på en hensiktsmessig måte slik at elevene får den kompetansen de trenger for å kunne være et velfungerende medlem i fremtidens samfunn. Begge artiklene er et forsøk på å systematisere og analysere hvordan skal man gjennomføre bruken av teknologi og hva krever det av skolene.

Forskning som tar for seg elevers kommunikasjon knyttet til programmering er forskningsartikkelen til Kaufmann & Stenseth (2020). I denne artikkelen blir det gjort rede for programmering med skjerm i matematikkundervisning samt elevenes argumentasjon i arbeid med programmering via skjerm. Funnene i denne forskningsartikkelen trekker frem hvordan programmering tilbyr en visuell fremstilling i form av bilder, kan være positivt forsterkende i elevenes argumentasjon. I denne studien

tok elevene i bruk bildene for å støtte deres argumenter og på bakgrunn av dette, fungerte programmeringsverktøyet som en aktiv del av argumentasjonene til elevene. En annen side som blir trukket frem av Kaufmann & Stenseth (2020) er hvordan elevene tok i bruk mye prøving og feiling som viste å ha en negativ påvirkning på elevenes resonnement. Dette handler om at det var lettvinnt for elevene å prøve og feile istedenfor å argumentere for sine tanker og løsninger.

3.1 Bruk av programmerbare roboter i skolen

Zhong & Xia (2020) har kartlagt 20 ulike studier som tar for seg tidligere forskning som handler om hvordan man kan undervise og lære matematikk gjennom bruk av programmerbare roboter. Halvparten av de 20 ulike studiene, tok i bruk LEGO-roboter. Resultatene i denne kartleggingen viser til positive funn, som for eksempel at robotene har potensiale til å gi elevene økt motivasjon i arbeid med matematikk, hjelpe elever med å forstå matematikk på et dypere nivå og samtidig legge til rette for å fremme problemløsning. Zhong & Xia (2020) poengterer at robotene alene forsterker ikke matematikklæringen. Det er samspillet mellom bruk av roboter, læreren, hva slags oppgave som blir gitt og læringsmiljøet i klassen som sammen har en betydning for læring i matematikk. De trekker frem at på bakgrunn av at det er mangelfullt med empirisk forskning på bruk av programmerbare roboter i matematikkfaget og at dette kan være en av årsakene til at potensialet til disse robotene ikke blir unyttet til det fulle. Derfor er det essensielt at lærere som tar i bruk disse robotene har nok kunnskap om hvordan man kan utnytte potensiale som de tilbyr slik at det ikke går utover læringsutbytte til elevene.

Forsström & Afdal (2020) har gjennomført en studie for å kunne bidra til den pedagogiske diskusjonen rundt hvordan man skal ta i bruk programmering og roboter i matematikk. Studien ble gjort på en norsk skole med elever på mellomtrinnet, hvor de tok i bruk «Lego Mindstorm-roboter». Et viktig aspekt i studien til Forsström & Afdal (2020), var at de var meget nøye med at elevene arbeidet med programmeringen uten prøving og feiling med vilkårlig tallverdier. Dette gjorde at elevene arbeidet med programmeringen på en systematisk måte og de lærte å kjenne igjen problemene som oppsto fordi de hadde en dypere forståelse for hvor feilen var. I artikkelen trekker de frem et eksempel på en praktisk hendelse som oppsto underveis i elevenes arbeid. Spesielt legger de vekt på en hendelse hvor elevene må programmere roboten til å gå i

en sirkel med en best radius. Her kunne læreren ta nytte av problemet som oppsto for å kunne bruke det som læring og rette på misoppfatninger. På bakgrunn av at elevene hadde denne praktiske erfaringen, ble den tradisjonelle undervisningen læreren tok om radius mer spesiell. Her var det en ren kobling til noe elevene hadde gjort praktisk til det læreren gikk gjennom på tavla formelt. I følge Forsström & Afdal (2020) gjør slike situasjoner at matematikken oppleves som noe mer meningsfylt for elevene.

Branin, Shamir & Eden (2022) trekker frem hvordan bruk av programmerbare roboter kan gi et bidrag til utvikling av romforståelse for barn i barnehagen. Denne studien tar for seg 84 barn som gjennom 10 økter blir fordelt på tre ulike grupper. Hvor den ene gruppen får undervisning med bruk av programmerbare roboter i undervisning om romforståelse, den andre gruppen får undervisning om romforståelse gjennom tradisjonell undervisning og tredje gruppe er en kontroll gruppe. Deres studie viser til resultater hvor barn som fikk undervisning med bruk av programmerbare roboter hadde en betydningsfull bedre forståelse av romlig forhold (Brainin et al., 2022).

Bers (2014) trekker frem hvordan tidligere forskning som omhandler roboter og programmering, ofte er basert på eldre barn. Men som Bers også trekker frem er at bruk av programmerbare roboter gir barn muligheten til å utvikle finmotorikk og øye-hånd-koordinasjon samtidig som det bygger opp under samarbeidslæring (Bers et al., 2014, s. 145). Et viktig element som tilhører bruk av programmerbare roboter er at det gir læreren en mulighet til å innlemme faglig innhold på en leken måte. På denne måten leker barna for å lære samtidig som de lærer å leke i en kreativ kontekst (Bers et al., 2014, s.146). Bers (2014) snakker om foreldre, lærere, politikere og forskeres ansvar for å sikre at barn i dag får tilstrekkelig med teknologisk læring og utvikling (Bers et al., 2014, s. 156).

Et fellestrekk for forskningen om bruk av programmerbare roboter i skolen er blant annet fokuset på hvordan det tas i bruk. Zhong & Xia (2020) snakker om hvordan robotene alene ikke forsterker matematikklæringen. Dette samsvarer med forskningen til Forsström & Afdal (2020) hvor de la vekt på at elevene skulle arbeide systematisk med programmering uten prøving og feiling med vilkårlig tallverdier. Bakgrunnen til at Forsström & Afdal ønsket systematisk arbeid fra elevene bygger opp under forskningen til Julia & Antolì (2016) hvor det var poengtert at læreren skulle ha en veiledende rolle i

arbeidet slik at elevene lærte selv hvordan man kunne løse oppgaven. Dette fungerer som et grunnlag for at elevene danner en dypere matematikkforståelse. Forskning viser at bruken av programmering må tas i bruk av lærere som har kompetanse til å bruke det hensiktsmessig måte slik at elevene får et godt læringsutbytte av undervisningen. Forskningen viser også at bruk av programmering ofte er en motivasjonsfaktor i forhold til elevenes holdninger til matematikkfaget.

3.2 Tidligere forskning med bruk av Sphero i undervisning

De følgende forskningsartiklene som blir presentert under er ganske nye da Sphero robotene først ble designet til pedagogisk bruk i 2016, samt lanseringen av SpheroEdu-appen (Sphero Inc., u.å.). Dette har påvirkninger i utvalget av elevene i disse forskningsartiklene, da blant annet alderen på elevene er fra mellomtrinnet på barneskolen til videregående. I tillegg er det variasjon hvor de ulike studiene er utført, der noen av studiene er utført i en kodeklubb og sommerskole utenfor vanlig skole. Uavhengig av disse ulikhetene, legger alle artiklene frem relevante funn for de har tatt i bruk Sphero i matematikkundervisning i en eller annen slags skolesammenheng. Det er også hensiktsmessig å få en oversikt over hvilken forskning som allerede finnes for å kunne avdekke hvilke områder det er behov for mer forskning.

Simley et al. (2020) utførte en studie som tar for seg et kurs, i form av sommerskole, for minoritetsspråklige elever på ungdomskolen. I denne studien ble det brukt Sphero roboter for å forske og undersøke i hvilken grad undervisning med disse, kunne bidra til å styrke og øke elevenes kompetanse i fagene matematikk og naturfag. Det ble gjennomført før- og etter-tester i matematikkfaget som omhandlet vinkler, ligninger og geometriske figurer. Resultatene i denne studien viser til økte resultater på de matematiske testene. På bakgrunn av at denne studien ikke har en kontrollgruppe, er det uvisst om disse funnene er et resultat av programmering med Sphero eller om det er et resultat av tett arbeid og undervisning med temaene.

Studien trekker frem hvordan den teknologiske utviklingen av verden gjør at koding er i ferd med å bli en grunnleggende ferdighet på lik linje som de andre grunnleggende ferdighetene lesing, skriving og regning. Simley et al. (2020) trekker frem hvordan bruk av roboter forsterker kritisk tenkning, kreativitet og problemløsning. Videre benevner Simley et al. (2020) også en ikke- faglig fordel ved bruk av programmerbare roboter,

nemlig den sosiale læringen som foregår underveis. Et eksempel på dette kan være det å lære å samarbeide i team. I denne studien startet elevene med å styre Sphero roboten og bli kjent med den, til noen dager senere bruke blokkprogrammeringen i Sphero appen til å programmere roboten. Dette sommerprogrammet viste seg å være svært effektivt i å utvikle elevenes matematiske og vitenskapelige forståelse fordi de la opp til aktiv læring. Ifølge Simley et al. (2020) lærer tenåringer best gjennom aktiv læring slik som Sphero roboten legger til rette for. Med andre ord legger Sphero roboten til rette for førstehåndserfaringer.

Dunbar & Rich (2020) har skrevet en artikkel som tar for seg deres erfaringer med bruk av Sphero roboter i matematikkundervisningen. Undervisningen foregikk med en klasse på sjetten trinn, og deres hensikt med artikkelen er å inspirere andre lærere til å ta i bruk programmering i matematikkfaget. Dunbar & Rich (2020) legger frem hvordan bruk av programmerbare roboter får elevene en umiddelbar respons på det de gjør. I vanlig undervisning hvor man er en lærer, vil det være naturlig at elevene må beregne ventetid på tilbakemelding eller respons fra lærer. Her trekker Dunbar & Rich (2020) frem hvordan elevene kan ta i bruk «prøv og feil» som en metode på bakgrunn av den umiddelbare responsen de får av roboten. Videre reflekterer de over hvordan erfaringene med å programmere roboter og observere, danner et grunnlag for å tenke visuelt og romlig. Et annet viktig aspekt som Dunbar & Rich (2020) nevner, er viktigheten med å gi elevene tid til å utforske og leke med robotene. Det var på bakgrunn av oppdagelsene de gjorde under leken, at de fant ut av man kan legge inn negative tall og desimaler. De konkluderte med å si at ved å kunne tilby et formål for å bruke matematikk og visuell tilbakemelding, kan programmerbare roboter hjelpe elevene med å få en dypere forståelse om hva matematikk er og muligens gjøre faget mer virkelighetsnært.

Taraldsen & Myhra (2019) har skrevet en artikkel hvor de legger frem et undervisningsopplegg som de har gjennomført med elever på femte trinn i Norge. Både lærer og elever i denne klassen hadde erfaring med programmering fra før av.

«Hovedmålet med undervisningsopplegget var å la elevene opparbeide seg forståelse for begrepene algoritmisk tenkning og programmering gjennom lek og utforskning, ...» (Taraldsen og Myhra, 2019, s. 7)

Videre trekker Taraldsen & Myhra (2019) hvordan programmering i seg selv kan være en god kilde til motivasjon, og referer dette til hvordan elevene jobbet konsentrert og hvordan de avsluttet med stormende jubel da elevene fikk til det de skulle gjøre.

Lee & Low (2017) gjennomførte en studie i Singapore, et seks ukers opplegg, i en kodeklubb for elever i alderen 12-17 år. Denne studien tok i bruk de programmerbare robotene, Sphero-ballene og blokkbasert programmering. Funnene i denne studien viser til en undersøkelse der 95% av deltakerne opplevde denne type læring som gøy og motiverende. På bakgrunn av at denne studien var basert på en kodeklubb etter skoletid, så resultatene fra denne undersøkelsen tar utgangspunkt i en gruppe som allerede er meget positive og interessert i programmering fra før av.

En faktor som oppstår i mange av forskningsartiklene presentert ovenfor, er at resultatene i forskningene er for snevert til å kunne generalisere funnene. Mange av artiklene trekker frem behovet for enda mer forskning. Simley et al. (2020) snakker om hvordan tenåringer lærer best gjennom aktiv læring slik som Sphero ballen legger til rette for. I sammenheng med Simley et al (2020), trekker Dunbar & Rich (2020) frem hvordan med bruk av programmerbare roboter får elevene en umiddelbar respons på det de gjør. Den umiddelbare responsen gjør at elevene klarer i større grad å opprettholde den aktive læringen ved at de hele tiden er aktive i egen læring. Et viktig element som kommer frem i forskningen på bruk av Sphero, er hvor viktig det er å la elevene leke og utforske roboten. Dunbar & Rich (2020) snakker om hvordan de gjennom lek og utforskning av roboten fant ut at man kan legge inn negative tall og desimaler. På samme måte som Taraldsen & Myhra (2019) trekker frem at hovedmålet i deres forskning var å lære begreper gjennom lek og utforskning med programmering.

4 Metode

I dette kapittelet vil redegjøre denne oppgavens forskningsdesign, utvalg og innsamlingsmetode. Videre blir undervisningsopplegget, planleggingen, utformingen og oppgavens analyseprosess beskrevet. Til slutt i dette kapittelet vil det fremkomme refleksjoner som er knyttet til oppgavens forskningskvalitet, samt påpeke de etiske hensyn som har blitt gjennomført. Hensikten med datainnsamlingen i denne oppgaven

var å skaffe seg relevant materiale som gav oss mulighet til å undersøke hvordan lek med Sphero-Bolt kan ivareta barns motivasjon og mestring, og samtidig være et nyttig verktøy i utvikling av barns matematiske samtaler. I artiklene til Forsström & Kaufmann og Zhong & Xia etterspør de mer forskning rundt et godt undervisningsopplegg som legger til rette for å ta i bruk potensialet til programmeringsverktøyene. Felles for mye av tidligere forskning som er gjort innenfor dette feltet er basert på elever fra mellomtrinnet og oppover. Vårt ønske med denne oppgaven er å vise at man kan introdusere de minste elevene for programmering med bruk av lek. På bakgrunn av dette ønsket vi å lage et undervisningsopplegg som fremhever Sphero-Bolt sine styrker i arbeid med denne aldersgruppen. For å kunne undersøke dette i et klasserom var det naturlig å velge en metode som kunne gi innsikt i elevenes opplevelser og utbytte i arbeid med roboten. Vi har derfor valgt brukte refleksiv praksisforskning, hvor vi får mulighet til å forske på vår egen praksis. Elevene var u dette tilfellet våre forskningsdeltakere.

Gjennom denne metoden, fikk vi erfare hvordan undervisningsopplegget faktisk er i praksis. «Refleksiv praksisforskning er en forskning som tar praktikerens erfaring av egen virksomhet på alvor ...» (Lindseth, 2017, s. 243-244). Med andre ord handler denne metoden om å undersøke praktisk kunnskap, og innebærer som sagt at man forsker på sin egen praksis. En stor del av refleksiv praksisforskning handler om at den bygger på dine egne erfaringer. For å kunne kalle det for refleksiv praksisforskning er det avgjørende at du selv er deltaker i situasjonen som utspiller seg. Vi har i denne oppgaven gjennomført undervisningen som er i tråd med det Lindseth forklarer videre; at refleksiv praksisforskning i bunn og grunn innebærer at det praktikerer erfarer, er sin egen kunnskap slik den uttrykker seg i praksis (Lindseth, 2017, s. 244). I dette forskningsprosjektet er det vi som er praktikerne som får muligheten til å forske på vår egen kunnskap.

Vi har valgt å anvende en kvalitativ tilnærming til metoden vår, hvor vi har valgt å gå i dybden på et datamateriale, herunder observasjonsskjema og caser, som er basert på et lite utvalg av elever. Thagaard (2009) beskriver den kvalitative metoden som en forståelse av sosiale fenomener på bakgrunn av den nære kontakten mellom forskeren og de som studeres (Thagaard, 2009, s. 11). Som forsker får man innblikk i å forstå menneskenes handlinger og samhandling mellom dem (Thagaard, 2009, s. 11).

Fortolkning er derfor en viktig del av den kvalitative forskningen, fordi den nære kontakten bygger på hvordan dataene utvikles. Ved å ta i bruk denne metoden under dette forskningsprosjektet, får vi muligheten til å beskrive, forstå og analysere de sosiale fenomenene som oppstår i klasserommet.

4.1 Sphero Bolt

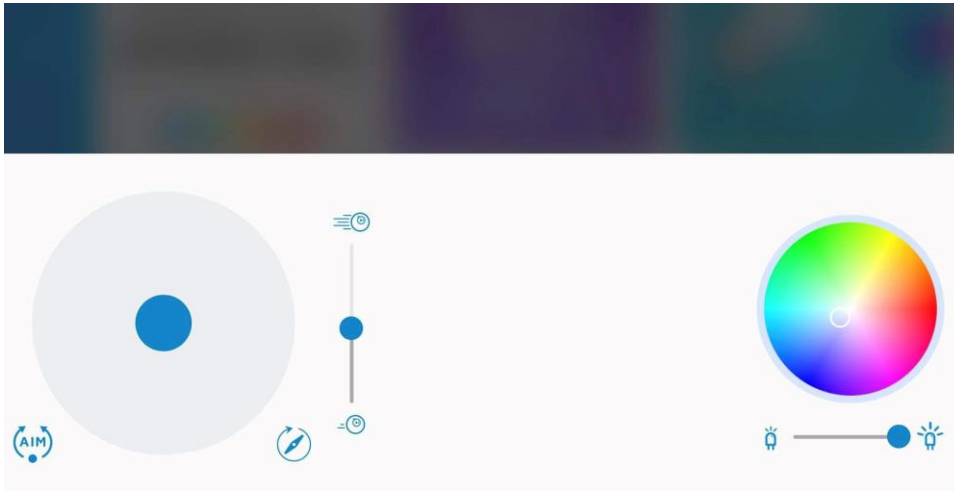
For å kunne vise til Sphero-ballens egenskaper og hvordan man kan bruke den i undervisning, er det vesentlig å gi en beskrivelse av hva en Sphero-ball er og hvordan man bruker den tilhørende appen SpheroEdu. Vi vil ta for oss det som er mest nødvendig å vite slik at man forstår hva elevene arbeidet med i metode –og analyse kapitlet som blir presentert senere i oppgaven.

Sphero-ballen er en robot som har et kuleformet utseende (se figur 4.1). Den programmerbare roboten styres ved hjelp av en app, SpheroEdu, som kan lastes ned på de fleste digitale enheter. Sphero blir produsert i ulike modeller, men vi har i denne forskningen benyttet oss av Sphero Bolt. Ved at motoren er beskyttet av gjennomsiktig hardplast gjør det at man har muligheten til å få innsikt i robotens oppbygging.



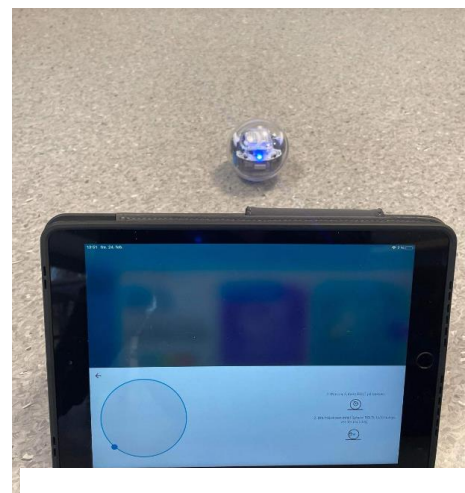
Figur 4.1: Sphero-Bolt

Både ballen og appen er designet for å omfavne pedagogiske formål slik at barn og unge uansett alder kan på en enkel, engasjerende og morsom måte få erfaring og kjennskap til programmering (Sphero Inc. u.å.). I appen kan man velge mellom programmering ved bruk av eksempelvis tegning, blokker eller tekst. I dette forskningsprosjektet brukte vi kun styringsflaten i appen (se figur 4.2) ettersom elevene har lite programmeringserfaring. Dette er et fint verktøy å bruke dersom man ønsker at elevene skal bli godt kjent med hvordan Sphero Bolt fungerer før man går videre inn på selve blokkprogrammeringen. På dette feltet kan man på venstre side dra den store blå ”knappen” i den gråfargede sirkelen for å bestemme hvilken vei man vil at roboten skal kjøre. På høyre side av sirkelen kan man bestemme hastighet på ballen. Helt til høyre i panelet kan elevene bestemme hvilken farge de ønsker at ballen skal ha.



Figur 4.2: Styringsflate SpheroEdu-appen

For å bestemme hvilken retning ballen skal gå må man bruke “AIM” verktøyet slik at roboten står på 0 grader. Dette er det viktig å påpeke at man må gjøre hver gang man skal kjøre på en ny bane eller en programkode. På denne måten er man sikker på at den er stilt inn på riktig måte og man får kjøre roboten i den retningen man ønsker. Når man bruker “AIM” kommer det et blått lys, som peker 360 grader. Denne kan justeres slik at hvis du ønsker at Sphero roboten skal kjøre rett frem, må dette blå lyset peke mot deg (se figur 4.3). Hvis man er unøyaktig eller glemmer å bruke “AIM” kjører roboten i helt feil retning, og dette kan også skape mye frustrasjon. Dersom underlaget man kjører ballen på er ujevnt eller glatt vil det også kunne ha en påvirkning på Sphero-Bolt.



Figur 4.3: AIM i SpheroEdu-appen

4.2 Datainnsamling

Plan for innhenting av data

Vi er to masterstudenter som har vært tilknyttet DEKOMP (desentralisert ordning for kompetanseutvikling i skolen) gjennom vår veileder. Vi startet planlegging av datainnsamling med å lage undervisningsopplegget vi ønsket å utforske. Deretter søkte

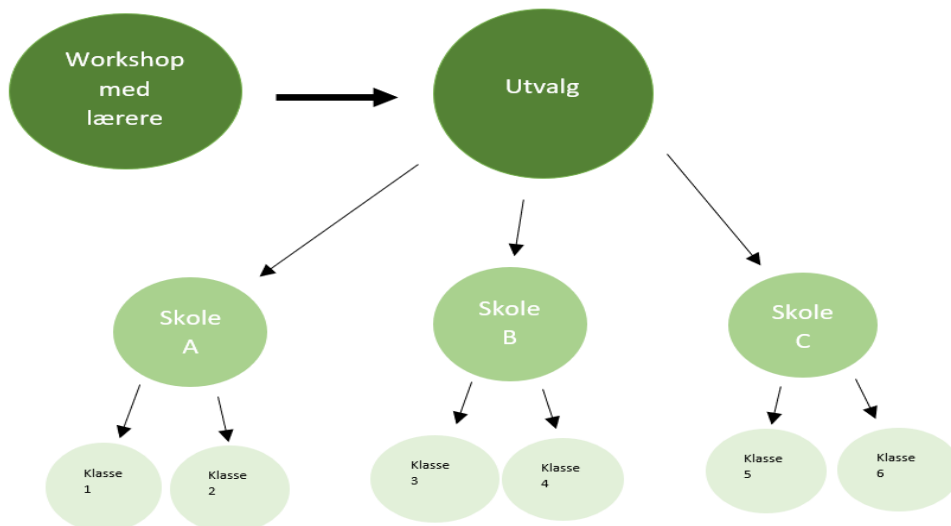
vi til NSD (Norsk senter for forskningsdata) og fikk godkjenning til å starte datainnsamlingen. Vi lagde et informasjonsskriv (se vedlegg 1) om oppgaven vår, som skulle gis ut til foreldrene og barna. I tillegg ble det laget et samtykkeskjema (se vedlegg 2) som også måtte bli signert av foreldrene. Dette ble gjort før vi hadde workshop med lærere i kommunen. På workshopen presenterte vi undervisningsopplegget, og lot også lærerne få prøve Sphero-Bolt selv.

Vi avsluttet presentasjonen på workshopen for lærerne, ved å komme med tilbudet om å gjennomføre undervisningsopplegget for elevene deres. Lærerne som ønsket besøk, fikk informasjonsskriv og samtykkeskjema slik at dette kunne gis ut til foreldrene, og bli samlet inn i god tid. Workshopen ga oss tilgang på kompetente og erfarne lærere, slik at det var naturlig å spørre om tilbakemeldinger på undervisningsopplegget fra profesjonsfelleskapet. Lærerne fikk et vurderingsskjema på workshopen, slik at vi kunne få innspill til undervisningsopplegget fra lærere som har erfaring med å undervise i et klasserom. Selve datainnsamlingen ble gjort i november.

Utvalg og kontekst

Det var flere faktorer som spilte inn når vi skulle velge hva og hvem som skulle observeres underveis. Oppgavene i undervisningsopplegget som ble utviklet tok utgangspunkt i kompetansemål fra andre trinn. Vi ønsket derfor å observere de yngste elevene i grunnskolen. Vi snakket med flere av lærerne og spurte om disse elevene hadde noe erfaring med programmering fra før, ettersom vi ønsket at dette skulle være en type introduksjonstime med vekt på lek, samarbeid og kommunikasjon. Ved å ha dette som utgangspunkt visste vi også at det muligens kunne bli utfordringer knyttet til det tekniske rundt arbeidet med Sphero-Bolt, men det hadde vi på forhånd gjort oss opp tanker rundt. Det var flere skoler som ønsket å få besøk av oss, og vi bestemte oss for å besøke tre ulike skoler med to klasser fra hver skole. Dermed endte vi opp med et utvalg på totalt seks klasser, hvor tre av de var på første trinn og tre var på andre trinn. I forkant av økten ga vi beskjed til lærerne om at de skulle sette sammen klassen i læringspar, ettersom de hadde bedre kjennskap til elevgruppen og hvilke elever som kunne fungere sammen i en litt annerledes matematikktime.

Disse klassene hadde et utgangspunkt hvor de hadde mer eller mindre ikke hatt noe form for undervisning med bruk av programmerbare roboter. Dette passet oss meget godt, da vi ønsket å forske på hvordan man kan bruke lek til å introdusere programmerbare roboter inn i undervisningen med de aller minste elevene.



Figur 4.4 – Modell for datainnsamling

Figur 4.4 gir en illustrasjon av hvordan hele forløpet til datainnsamlingen foregikk, og en oversikt over utvalget vi endte opp med.

4.3 Dokumentasjon av datainnsamlingen

På bakgrunn av at våre deltakere i denne oppgaven ikke kan lese eller skrive, ble mye av dokumentasjonen gjort av oss. Vi deltok og observerte i undervisningsøkten hvor datainnsamlingen fant sted. Etter hver økt fylte vi ut et observasjonsskjema som vi hadde laget på forhånd. I tillegg skrev vi ned noen interessante caser etter hver undervisningsøkt var ferdig.

Observasjonsskjema

Hensikten med observasjonsskjemaet (Se vedlegg 3) var å tydeliggjøre og bli mer bevisste over hva vi ville erfare og observere. Det handlet blant annet om hvordan elevene reagerte på robotene. Hva var førsteinntrykket til elevene? Var det noe som skapte motivasjon og entusiasme før undervisningsøkten startet? Videre i observasjonsskjemaet ønsket vi å fokusere på hva slags begreper og språk som elevene tok i bruk når de skulle programmere læreren. Dette var for å kartlegge hvilke begreper de hadde fra før av. Neste steg i observasjonsskjemaet tar for seg hvorvidt elevene får noen erfaringer med bruk av Sphero-Bolt ballen gjennom en gitt bane. Her var vi interesserte i å få kjennskap til og observere om elevene samarbeidet godt og om hvilke begreper som ble brukt. Et viktig aspekt i denne datainnsamlingen, var å se på hva elevene gjorde når de møtte på utfordringer eller motgang, og om de klarte å samarbeide og hjelpe hverandre, eller stoppet det opp? Bruk av programmerbare roboter er et flott verktøy for å drive med samarbeidslæring og læring i et felleskap. Derfor er det interessant å se i hvilken grad de aller minste elevene klarte å bruke det felleskapet når de møtte på utfordringer. Til slutt ønsket vi å rette fokuset mot hvilke begreper som ble brukt på slutten av undervisningsøkten. Brukte de «nye» begreper på oppgaven med monsterarket i forhold til starten av økten? Var det noen erfaringer som hadde blitt gjort under økten, som gjorde at elevene tok i bruk flere begreper på en mer sikker måte? Dette er for å undersøke om introduksjonsøkten med programmering av læreren, hadde noe læringsutbytte for elevene.

Datainnsamling - skole (. trinn)	
Hvordan reagerer elevene på robotene? Er de positive eller negative? (Får de noe motivasjon?)	Gruppe 1 Gruppe 2:
Hva slags begreper/språk bruker elevene når de skal programmere hverandre/læreren?	Gruppe 1: Gruppe 2:
Hva slags begreper/språk bruker elevene når de skal prøve banen? Gjør de seg noen erfaringer?	Gruppe 1: Gruppe 2:
Hva skjer når de møter på utfordringer? Stopper de opp eller prøver de en gang til/flere ganger?	Gruppe 1: Gruppe 2:
Hva slags begreper/språk bruker elevene når de skal programmere/gi instruksjoner til monsterarket?	Gruppe 1: Gruppe 2:

Andre observasjoner/refleksjoner:

Vedlegg 3: Observasjonsskjema

Refleksiv praksisforskning - fordeler og ulemper

Med refleksiv praksisforskning er det viktig å være bevisst på metodens fordeler og ulemper. Refleksiv praksisforskning er en metode som legger til rette for at man kan forske på egen praksis. Forskeren får kjenne på hvordan det faktisk er å gjennomføre det som er planlagt. I denne oppgaven har vi som tidligere nevnt, laget et undervisningsopplegg. Ved bruk av refleksiv praksisforskning, får vi muligheten til å

føle på hvordan det er utføre det vi har laget. Denne tilnærmingen gir oss muligheten til å erfare hva som fungerer og hva vi som gjøres annerledes. Metoden kan fungere som en type «kartlegging» av elevene. Hvordan utfører elevene læring i dette undervisningsopplegget? Som praktiker, får man innblikk i hvordan elevene tilegner seg nye kunnskaper og hva elevene gjør i de situasjonene hvor de møter på utfordringer? På bakgrunn av det vi erfarer, kan vi i større grad lage et undervisningsopplegg som er mer gjennomførbart av flere lærere, uavhengig av deres utgangspunkt i kompetanse med Sphero-Bolt. I refleksiv praksisforskning er det essensielt at man som praktiker er forberedt på at det vil oppstå uforutsette hendelser. Det er viktig at man er bevisst på dette under planleggingen av undervisningsøkten. For å oppnå dette vil det være gunstig å legge opp til en tydelig struktur på undervisningsøkten slik at elevene opplever stabilitet og forutsigbarhet. Med metoden refleksiv praksisforskning er det essensielt at man er kritisk til egen rolle i forskningen. Dette handler om at forskningen som blir gjort er basert på egne erfaringer og opplevelser. På bakgrunn av nettopp dette, må forskeren være bevisst over sine fordommer og følelser i klasserommet. Det vil naturlig å reflektere over hvordan tidligere erfaringer spiller en rolle inn i denne forskningen.

Observasjonsrolle

Siden vi ikke brukte video eller lydopptak av de aktuelle elevgruppene, valgte vi å benytte oss av observasjonsskjemaer (se vedlegg 3). I undervisningsøkten inntok vi roller som deltakere samtidig som vi hadde ansvaret for hele timen. Vi ønsket at elevene i første omgang skulle få prøve mest mulig selv uten å bli avbrutt av oss, men vi var tilgjengelige dersom elevene hadde spørsmål. Fordi vi la opp til at de skulle klare mest mulig selv, ga det oss en unik mulighet til å ta notater underveis i prosessen. Vi involverte oss derfor ikke i hvordan elevene løste oppgavene. Etter første gjennomføring innså vi likevel at det ville vært hensiktsmessig i noen av klassene å forklare oppgavene mer presist og involvere seg i større grad. Flere av elevene ble sittende og ikke gjøre så mye fordi de muligens ikke forstod hva som skulle gjøres og dermed ga opp. En annen faktor var at elevene turte kanskje ikke spørre om hjelp ettersom vi var fremmede for dem. På bakgrunn av dette valgte vi å ta en større del i hvordan elevene jobbet med oppgavene, men samtidig ikke “henge” over barna. Vi valgte heller å stille de noen spørsmål underveis som også var rettet mot observasjonsskjemaet vi brukte. På denne måten fikk vi verdifull innsikt i hvordan elevene tenkte. Disse samtalen er bakgrunn for casene i resultat -og analysekapitlet.

4.4 Forarbeid

For å lage undervisningsopplegget som lærere på første og andre trinn kunne ta i bruk i begrepsinnlæring, var det viktig at vi satte oss ordentlig inn i hva Sphero-Bolt kunne brukes til i den sammenhengen. I våre praksisopphold har vi opplevd Sphero-Bolt som inkluderende og berikende i elevers tilegnelse av matematiske begreper. I arbeid med programmerbare roboter, er det en del praktiske forberedelser som måtte gjøres. Vi satte oss ordentlig inn i hva Sphero-Bolt kunne tilby og hvordan det kunne brukes.

Praktiske forberedelser

En viktig del av et undervisningsopplegg er de praktiske forberedelsene. For å kunne gjennomføre datainnsamlingen ble det som nevnt tidligere i *4.2.1 – plan for innhenting av data*, gitt ut informasjonsskriv og samtykkeskjema til lærerne og foreldrene i god tid før datainnsamlingen fant sted. Vi samlet inn skjemaene før vi startet undervisningsøkten, og sjekket at alle samtykkene var på plass.

Med tanke på vårt undervisningsopplegg trengte vi god plass til å gjennomføre opplegget. Dette kommuniserte vi med lærerne i forkant, slik at vi sikret oss godt med plass til å la elevene utforske og leke med Sphero-Bolt. I tillegg satte vi krav til lærerne om at SpheroEdu-appen var lastet ned på iPaden til elevene i forkant, slik at vi kunne begrense tekniske problemer. Det ble også gjennomført en ekstra sjekk av utstyret. For å være ekstra forberedt på ulike situasjoner som kunne oppstå, valgte vi å ta med reserveutstyr, som en ekstra koffert med Sphero-Bolt og to iPader.

Utforming av undervisningsopplegget

Hensikten med undervisningsopplegget, var å lage noe som andre lærere kan ta i bruk i ettertid. Vi startet å se på læreplanen i matematikk, og hvilke læreplanmål som handlet om bruk av programmering. Mye av tidligere forskning er basert på elever knyttet til mellomtrinnet og oppover. Dette samsvarte med våre erfaringer fra praksis, hvor elever ikke har noe særlig programmering før i fjerde eller femte trinn. Vi ønsket å lage et undervisningsopplegg som la til rette for å ta i bruk programmering, og programmerbare roboter med de aller minste elevene. I LK20 i matematikkfaget under kompetansemålene for andre trinn står det et kompetansemål som vi følte passet godt det vi ville gjennomføre, nemlig; *“lage og følge regler og trinnvise instruksjoner i lek og spill.”* (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Dermed ble dette vårt utgangspunkt for utformingen av et undervisningsopplegg med fokus på kommunikasjon, mestring og lek. Etter å ha sett nærmere på læreplanen, begynte vi å planlegge et undervisningsopplegg med Sphero-Bolt.

For å kunne åpne opp for en matematisk samtale valgte vi å starte undervisningsøkten med å spørre elevene om de hadde hørt om eller sett Sphero-Bolt før. Tanken med å starte opp slik var for å få elevene til å reflektere over hva Sphero-Bolt kunne brukes til og hva den kunne gjøre. Den første oppgaven i timen gikk ut på at elevene skulle programmere læreren. Dette gikk ut på at vi bestemte et gitt start -og endepunkt, og elevene skulle dermed sammen navigere læreren. Dette var noe vi tidligere har testet ut i praksis, og det er en aktivitet vi hadde fine erfaringer med. Her la vi til rette for at elevene skulle bli mer bevisst på hvilke instruksjoner som måtte bli gitt og hvor presise de måtte være i sine formuleringer.

I neste oppgave hadde vi tatt utgangspunkt i lek, på bakgrunn av kompetansemålene. De skulle jobbe sammen i læringspar for å bli kjent med Sphero-Bolt. Vi valgte å legge opp undervisningsøkten slik at denne delen med Sphero-Bolt var satt av til at elevene kunne utforske roboten gjennom lek. Her var hensikten at elevene måtte snakke sammen, og ta i bruk det matematiske språket for å styre roboten i ønsket retning. Til slutt i



Figur 4.5: Monsterark

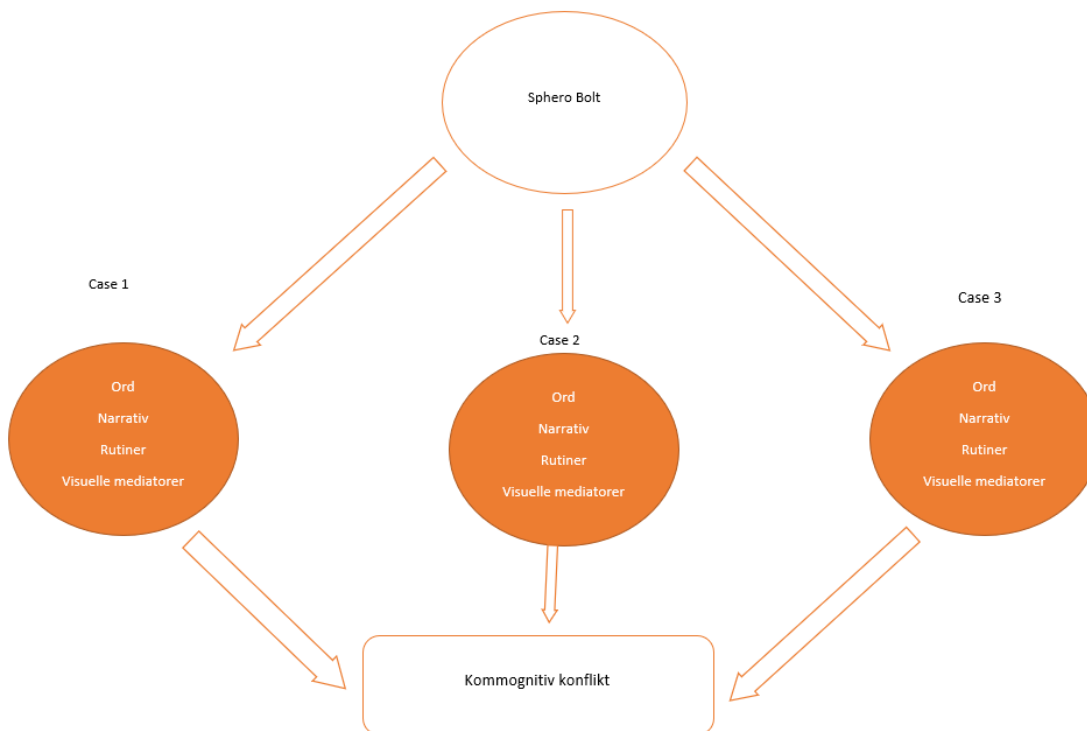
undervisningsopplegget, valgte vi å legge opp en oppgave som gjorde at elevene måtte snakke sammen og ta i bruk begreper. I denne delen skulle elevene jobbe med et monsterark (se figur 4.5), som gikk ut på at de skulle få det rosa monsteret opp til bussen som da var mål. For å sikre at kommunikasjonen kom i fokus, skulle den ene eleven i læringsparet ikke ha mulighet til å se. Dette gjorde at instruksjonene som ble gitt måtte være tydelige og nøyaktige. På denne måten kunne vi undersøke om elevene hadde tilegnet seg nye begreper og en bredere forståelse gjennom undervisningsøkten.

4.5 Analysearbeid

Analysearbeidet i denne oppgaven startet underveis i datainnsamlingen. Etter hver undervisningsøkt, tok vi i bruk observasjonsskjemaet som vi hadde utviklet på forhånd. Observasjonsskjemaet var i utgangspunktet noe som ble laget for å gjøre oss som praktikere bevisste på hva var det vi ønsket å finne ut og erfare. Samtidig ble det naturlig å ha en samtale rundt observasjonsskjema etter endt undervisning for å få frem hva som hadde oppstått i løpet av undervisningsøkten. Ved å skrive ned på observasjonsskjemaet rett etter endt undervisning fikk vi muligheten til å reflektere over det som hadde skjedd, mens erfaringene fortsatt var ferskt i minne.

4.6 Refleksjoner knyttet til Sfards rammeverk

Vår problemstilling retter seg mot hvordan Sphero-Bolt kan brukes for å fremme motivasjon og mestring, men også samtidig være et godt verktøy i arbeid med barns matematiske samtaler. I denne forskningen var det derfor hensiktsmessig å bruke et teoretisk rammeverk som satt elevenes kommunikasjon og kollektive læringsprosesser i fokus. Sfard sitt rammeverk tar for seg studie av elevenes læring ved å se på de allerede eksisterende diskursene og hvilke eventuelle endringer eller utvidinger som finner sted. Det er derfor viktig for oss å påpeke at vi ikke hadde kjennskap til elevene fra før, og dermed ikke fikk sett disse endringene over tid. Allikevel kunne vi i løpet av tiden vi var med elevene se spor av endring underveis i økten, da vi kunne sammenligne hvordan elevene brukte ulike begreper i starten av undervisningen kontra slutten, samt hvordan kommunikasjonen utspilte seg.



Figur 4.6 – Analysemodell

Figur 4.6 er en oversiktsmodell for vårt analysearbeid. Den er basert på vår forståelse av det teoretiske rammeverket til Sfard. Modellen har vært nyttig som støtte i analyseprosessen for å visualisere og fremheve hva vi ønsker å studere. Til slutt har vi satt søkelys på hvordan mulige kommognitive konflikter kan oppstå når man bruker Sphero Bolt.

4.7 Forskningskvalitet

Relabilitet, validitet og generaliserbarhet

Tjora (2021) tar for seg tre kvalitetskriterier for å kunne vurdere kvaliteten på forskningen, ; generaliserbarhet, pålitelighet (relabilitet) og gyldighet (validitet) (Tjora, 2021, s.259). Reliabilitet kan knyttes til spørsmål som tar for seg en kritisk vurdering om forskningsprosjektet gir inntrykk av at forskningen er utført på en pålitelig og

tillitsfull måte (Thagaard, 2009, s. 198). Som forsker må man kunne argumentere for reliabilitet, ved å redegjøre for hvordan dataene er blitt utformet i løpet av forskningsprosessen (Thagaard, 2009, s. 198). Reliabilitet refereres altså til spørsmålet om en annen forsker som anvender de samme metodene, ville ha kommet frem til det samme resultatet. I kvalitative studier trekker Tjora (2021) frem at det kan være vanskelig for andre forskere å etterprøve forskningen på bakgrunn av at utvalget inneholder unike individer som naturlig vil ha en påvirkning på funnene. Derfor er det essensielt at man er transparent overfor leseren slik at leseren kan selv vurdere forskningsarbeidets kvalitet. Transparens innebærer at forskeren er åpen om hvordan forskningsarbeidet har foregått, hvilke utfordringer og problemer har man møtt på å belyse hvilke valg som har blitt tatt underveis (Tjora, 2021, s. 264). I denne oppgaven får leseren tilgang på et lite utvalg av den innsamlede dataen samt innblikk i hva som foregikk i planleggingsfasen og hvilke valg som har blitt tatt i løpet av forskningen. Dette kommer til syne gjennom funnene vi fant i vår datainnsamling, og i vår utvikling av undervisningsopplegget samt hvilke valg vi har gjort underveis.

Når det kommer til gyldighet, også kalt validitet, i forskning handler det om i hvilken grad innsamlet data og resultater er egnet til å imøtegå og svare på problemstillingen i studien (Postholm & Jacobsen, 2018; Grønmo, 2016). Med tanke på vår problemstilling som omhandler bruk av Sphero-Bolt, var det nødvendig at det ble lagt til rette for en lærings situasjon som ga elevene mulighet til å bruke Sphero-Bolt. På bakgrunn av at vi ville at elevene skulle oppleve mestring og føle på motivasjon i tillegg til å fremme de matematiske samtaler, var det fokus på at elevene skulle samarbeide. Ved å gi oppgaver som var krevende nok til elevene hadde behov for å prate med hverandre og hjelpe hverandre, la vi til rette for at de naturlig tok i bruk hverandre som hjelp. Vi tok utgangspunkt i ulike oppgaver for å variere undervisningen slik at elevene fikk erfare oppgaver som var med på å synliggjøre potensiale ved bruk av en slik programmeringsrobot i klasserommet. Dette er eksempler på hvordan vi reflekterte og tok avgjørelser for å styrke gyldigheten i forskningen.

Validitet er knyttet til tolkning av data, og handler om gyldighet av de tolkningene som forskeren kommer frem til (Thagaard, 2009, s. 201). Man kan vurdere validiteten ved å se nærmere på om resultatene av undersøkelsen representerer den virkeligheten vi har studert (Thagaard, 2009, s. 201). Med tanke på vår forskningsmetode, refleksiv

praksisforskning, hvor man forsker på egen praksis, vil vi i større grad sikre at funnene i forskningen representerer den virkeligheten som befinner seg i et klasserom.

Postholm & Jacobsen (2018) deler validitet i indre validitet (troverdighet) og ytre validitet (overførbarhet). Indre validitet handler om samsvar mellom virkeligheten, datamaterialet, og de begrepene og teoriene som brukes for å beskrive virkeligheten (Postholm & Jacobsen, 2018). I denne oppgaven er det tatt et utgangspunkt i ulike teorier, hovedsakelig Sfard (2007), for å kunne analysere og danne en forståelse av datamaterialet som er samlet inn. Videre trekker Postholm & Jacobsen (2018) frem hvordan den indre validiteten er stor innenfor kvalitativ forskning, fordi det er stor sannsynlighet for at kunnskapen oppleves som relevant og korrekt for den som er i den aktuelle konteksten (Postholm & Jacobsen, 2018). I denne forskningen har vi tatt et utvalg med få klasser over en kort tidsperiode. Som forskere og som lærere i undervisningssituasjonene har vi ikke hatt kjennskap til elevene før innsamlingen av data. Likevel vil vi påstå at til tross for liten tid sammen med hver klasse, kunne vi se antydninger og spor av utvikling og nysgjerrighet til videre læring. Med tanke på studiens gyldighet vil den være knyttet til de spesielle situasjonene som er presentert i denne oppgaven, med andre ord vil denne studiens overførbarhet handle om hvilken grad leseren kan kjenne seg igjen i de ulike situasjonene.

På bakgrunn av at vi har tatt i bruk et kvalitativ forskningsdesign, hvor konteksten av de utvalgte casene har hatt stor betydning for forskningen har det ikke vært fokus på å generalisere resultatene. Hovedpoenget med denne forskningen har vært å fremheve Sphero- Bolt sine egenskaper, som mulig kan fremme elevenes læringsutbytte og legge til rette for de matematiske samtaler i undervisningen. Tanken ved å robotens fremheve egenskaper og potensiale, er for å inspirere og motivere til å ta det i bruk i egen klasse.

4.8 Etske hensyn

Gjennom arbeid med denne oppgaven har det undervis blitt tatt flere etske hensyn. Dette gjenspeiler både ved planlegging, selve gjennomføringen av undervisningsøkten og gjengivelse av datamaterialet. Etersom vi skulle forske på barn og samle inn personidentifiserende data, var det krav om å sende inn forskningsprosjektet til Norsk Senter for Forskningsdata (NSD). Grunnen til dette er for å få godkjennelse på at

forskningen er i tråd med personvernloven. Søknaden gjorde vi i samarbeid med Universitet i Sørøst-Norge, og den ble godkjent før vi startet datainnsamlingen.

«Et av forskningsetikkens grunnleggende prinsipper består i at all deltakelse skal bygge på samtykke, og at dette samtykke skal være gitt på et fritt, informert og forstått grunnlag» (Befring, 2015, s.31)

På bakgrunn av at elevene som dette datamaterialet ble gjennomført med, er under 15 år, var det essensielt å få elevenes foresatte sitt samtykke til å la barnet deres delta i forskningsprosjektet (Befring, 2015, s. 32). Viktigste i forskningen med barn i denne alderen er å fremheve viktigheten med frivillighet. Barnet skal ha mulighet til å ikke delta når som helst i løpet av forskningen. På bakgrunn av dette ble det derfor utformet både informasjonsskriv og samtykkeskjema som ble sendt hjem med elevene, som inneholdt informasjon om hva forskningsprosjektet gikk ut på, samt hva det innebar hvis man ønsket å delta (se vedlegg 1 & 2). Lærerne på de forskjellige skolene hadde også i forkant fått grundig informasjon om hva forskningsprosjektet gikk ut på og hva som skulle gjøres, og på den måten kunne de også bistå med å svare på eventuelle spørsmål fra elever og foresatte. Det var viktig for oss å understreke at deltakelsen i prosjektet kunne trekkes når som helst uten å oppgi noe grunn. Det var også viktig for oss at timene skulle ha et faglig utbytte og vi utformet derfor forskningstimen rundt kompetansemålene i matematikk. Etter endt datainnsamling ble det aktuelle datamaterialet behandlet på en trygg måte, og i gjengivelse av data er elevenes navn byttet ut med fiktive navn for å kunne ivareta elevenes anonymitet.

Hele prosessen bestod av god kommunikasjon med samarbeidsskolene og vi ser på det som en styrke at vi fikk muligheten til å presentere undervisningsopplegget vårt for lærerne i forkant. Ved å gjøre dette visste alle hva som skulle skje og lærerne kunne også ta et valg om de ønsket at vi skulle besøke deres klasse. DEKOMP samlingen gjorde også at alt praktisk rundt å få delt ut både informasjonsskjema og samtykkeskjema, fungerte på en meget bra måte.

I neste kapittel vil situasjonene og samtalene som utspilte seg gjennom undervisningsøkten bli presentert. Hvordan disse samtalene ble gjengitt og fremstilt har hele tiden vært i fokus i arbeid med observasjonsskjemaet og presentasjon av casene.

Krumsvik (2019, s. 174) trekker frem hvordan muntlig språk noen ganger kan fortone seg som usammenhengende og forvirrende, som igjen kan gi utenforstående et dårligere antakelse av elevens intellektuelle nivå. På bakgrunn av dette har noen av uttrykkene som oppsto i samtalene blitt finjustert uten at det har på noe som helst måte gått på bekostning av meningsinnholdet i samtalen. På bakgrunn av at ord er en av de fire kategoriene i det kognitivt rammeverket til Sfard (2007), har finjusteringene bestått av endring på rekkefølgen av ordene og ikke selve ordene som ble sagt.

5 Resultater og analyse

Vår empiri baserer seg på et observasjonsskjema som vi brukte under og i etterkant av hver undervisningsøkt. Vi utviklet spørsmål på forhånd som vi skulle tenke over underveis, og på denne måten kunne vi skaffe informasjon om hvordan elevene håndterte samarbeidsoppgaver, i hvor stor grad kommunikasjonen spilte en rolle og hvordan dette kan være et nyttig verktøy i utvikling av barns matematiske samtaler. Det var også viktig for oss å legge vekt på mestring og motivasjon, og hvordan dette kan fremme et læringsmiljø der alle blir inkludert.

5.1 Beskrivelser av observasjoner i klasserommet

Klasse 1

Klasse 1 består av en elevgruppe på andre trinn. Denne klassen var meget motiverte i starten av undervisningsøkten, da de ikke hadde noe erfaring med Sphero-Bolt fra før av. Det var veldig tydelig ved å vise elevene robotene, at de gledet seg og var nysgjerrige. Dette kommer blant annet frem ved at en av elevene sier «SE!», det er masse ødelagte linjaler på gulvet». Vi hadde på forhånd teipet opp ulike baner som elevene skulle styre Sphero-Bolt gjennom, og da ble det brukt blå teip med centimetermål. Dette var med på å gjøre mange av elevene enda mer nysgjerrig, og ble nesten utålmodige for de var så spente på å få prøve selv. Før elevene skulle i gang med Sphero-Bolt på egenhånd, skulle de programmere læreren. Her fikk vi innblikk i hvilke ord og begreper elevene tok i bruk. Når vi skulle se på hvilke begreper og ord elevene brukte i denne delen av undervisningsøkten, brukte denne klassen mange av de samme ordene. Det er for eksempel «rett frem», «bakover» og «til siden».

Generelt i klasse 1 ser vi at samarbeidet ikke fungerer så godt. Det handler blant annet om at det er den ene som styrte, og som gjorde mye av jobben alene mens den andre sto og så på. Noe som var med på å trekke elevene mer inn i samarbeidet, var utfordringen med å styre ballen og justeringene de måtte gjøre med «aim». Her så vi at de i større grad måtte bruke hverandre siden det var vanskelig alene. Det som går igjen i denne klassen er at de kanskje foretrekker å jobbe alene, men bruker hverandre når det oppstår vanskeligheter. Med andre ord, gir disse elevene ikke opp når det oppstår problemer. I denne delen av undervisningsøkten, hvor de måtte styre roboten, var det mange av elevene som erfarte at det lønte seg å kjøre sakte fremfor fort. På slutten av undervisningsøkten, hvor elevene fikk i oppgaven med monsterarket, så vi at elevene tok i bruk flere ord i forhold til hva de tok i bruk på starten av undervisningsøkten. Dette kommer til syne ved at elevene tok i bruk ord som var mer presise som «høyre», «venstre» og «stopp». Vi opplevde at elevene måtte prøve litt i starten før de skjønnte at her kreves det presist språk slik at den som ikke ser, klarer å flytte brikken riktig vei for å komme i mål.

Denne klassen var en klasse som var utrolig motiverte, men som var mindre gode på å samarbeide. Men ved å inkludere hverandre når problemer oppsto, kunne vi se at elevene som i starten helst ville jobbe for seg selv, støttet seg på hverandre uavhengig av hva som hadde skjedd på starten av arbeidet med Sphero Bolt. Underveis i denne undervisningsøkten var alle elevene med, selv de som var ute av klasserommet ellers. I denne klassen var det en elev som hadde en-til-en voksen på seg, men det var strengt tatt ikke et behov da denne eleven samarbeidet med en annen elev. Den voksne stod bare i nærheten og lot eleven være med i den samme aktiviteten som resten av klassen. Dette er godt eksempel på hvordan alle uavhengig av behov kan bli inkludert i slike undervisningsøkter.

Klasse 2

Klasse 2 er en gruppe elever fra andre trinn. Denne gjengen var litt usikre på hva de skulle gjøre, og dermed opplevde vi at motivasjonen ikke var like mye til stedet som noen av de andre klassene. Når elevene skulle programmere læreren kunne vi fange opp bruken av mange av de samme ordene blant elevene. I tillegg tok de i bruk nesten en hel setning for å gi instruksjoner. Ord og uttrykk som «Gå til høyre som en halvsirkel» og «snurr rundt» ble fort forvirrende for de andre elevene i klassen og eleven selv opplevde

å ikke bli forstått av de rundt han. Det ble forvirrende da mange av medelevene ikke forsto hva «gå til høyre som en halvsirkel» betydde. Mangel på felles forståelse for hva en halvsirkel er gjorde det nok vanskeligere enn nødvendig. Samme prinsipp gjelder «snurr rundt». For noen av elevene innebar det å snu seg 360 grader, men for andre mente de å rotere 180 grader. Igjen, opplevde vi at en felles forståelse var nødvendig for at disse uttrykkene skulle forstås som presise av alle elevene.

Samarbeidmessig var denne gjengen god og dette kom til syne veldig tydelig ved at elevene hjalp hverandre hele tiden og vi voksne ble mer eller mindre ikke involvert av elevene. Dette ordnet de selv, selv om de spurte mange i klassen. Det gode samarbeidet var utrolig fint å se fordi majoriteten av klassen samarbeidet på tvers av hverandre. Dette er ofte noe som med jobbes med i flere år, men denne klassen var helt fenomenal på akkurat dette område. På bakgrunn av det gode samarbeidet, var det ingen av elevene som ga opp når de møtte på utfordringer.

I starten av undervisningsøkten tok elevene i bruk et mer upresist språk. Derimot så vi at elevene tok i bruk et mer presist språk i den siste delen av undervisningsøkten hvor de skulle holde på med monsterarket. Her opplevde vi at elevene tok i bruk ord som «høyre», «venstre», «stopp», «opp» og «ned». Her så vi en tydelig utvikling hos elevene fordi de hadde erfart selv hvor viktig det er å være presis slik at det ikke oppstår misforståelser. Dermed så vi at i arbeid med monsterarkets la til rette for at elevene tok i bruk et presist språk med hverandre slik at de personene som skulle flytte brikken samt holdt seg for øynene, flyttet brikken riktig.

Med tanke på at vi ikke hadde kjennskap til elevene fra før av, var det vanskelig å legge merke til tydelig tegn på inkludering. Men vi vil påstå at på bakgrunn av det gode klassemiljøet og de gode samarbeidsevnene til hele klassen forteller det oss at det var naturlig for elevene å passe på at alle var med og at alle følte de hadde en rolle.

Klasse 3

Denne gruppen var elever fra første klasse, og de hadde noe erfaring med Sphero Bolt fra før. Vi oppfattet elevene som veldig motiverte før timen startet, selv om de hadde sett og prøvd robotene litt fra før. I starten av undervisningsøkten hvor elevene skulle programmere læreren, var det ofte de samme begrepene som ble brukt. Ordene som

gikk igjen var *bortover, til siden, fremover og snu deg rundt*. Vi var forberedt på at mange av de samme begrepene og forklaringene ville gå igjen ettersom forskningen vår foregikk med elever på første og andre trinn.

Denne klassen hadde vanskeligheter med å slippe hverandre til underveis, og det var ofte den som styrte roboten med iPaden som ville ta all kontroll mens den andre måtte stå å se på. Det var også minimalt med kommunikasjon som en følge av at samarbeidet ikke fungerte. Når elevene møtte på utfordringer knyttet til selve roboten og kjørebanelen, var de mer opptatte av å få tak i en voksen enn å prøve å finne ut av det sammen. Mange av elevene ble ganske frustrerte i starten, fordi de syntes det var vanskelig å få roboten til å kjøre akkurat der de ville. Allikevel, etter litt støtte fra oss var det flere som fikk det til, og mye av samarbeidet mellom elevene ble bedre. Når de forstod «aimingen» på roboten gjorde det at de følte på mestring, og det var lettere for den andre eleven som i begynnelsen stod å så på, å få slippe til underveis.

I den siste delen av timen hvor elevene skulle jobbe sammen med monsterarket så vi at flere tok i bruk begreper de hadde lært seg på starten av timen, men også når de skulle kjøre roboten selv. I stedet for å si *til siden, opp eller ned*, brukte elevene nå aktivt høyre og venstre for å kunne navigere den andre som skulle flytte brikken. Vi opplevde at mange av elevene syntes denne oppgaven var spennende og morsom, fordi de var helt avhengig av hverandre underveis ettersom den ene ikke kunne se. I starten måtte flere av elevene prøve og feile noen ganger, før de til slutt klarte å få til en god kommunikasjon som gjorde at de mestret oppgaven de fikk utdelt, på en god måte.

Klasse 4

Denne klassen var også en gruppe fra første trinn, og var i likhet med klasse tre også en motivert elevgruppe. De hadde noen erfaringer med Sphero-Bolt fra tidligere og dette var noe vi merket ganske fort, ettersom de tok den første oppgaven i undervisningsøkten raskt. Det ble gitt tydelige instruksjoner og det var mange ivrige elever som gjerne ville si hvor læreren skulle flytte seg. Det var flere av de samme begrepene som også her gikk igjen; den veien, bortover og oppover, men flere av elevene begynte allerede i den første oppgaven å nevne både høyre og venstre for å forklare hvor roboten skulle forflytte seg. I den andre oppgaven da elevene skulle kjøre og styre selve roboten selv,

merket vi også at samarbeid var noe disse elevene mestret godt, og at de var vant til å jobbe på denne måten til tross for at de gikk i første klasse.

Når elevene støtte på utfordringer med roboten underveis var de også flinke til å hjelpe hverandre og prøve ut forskjellige ting før de spurte lærer om hjelp. Samtalen og kommunikasjonen elevene hadde var også interessant for oss å lytte til, fordi vi merket at dette var noe elevene både i par og som en gruppe hadde lyst til å få til. De hjalp hverandre hele tiden med både kjørebanelen, og hvordan de skulle få til «aim» funksjonen på iPaden. Flere av elevene som jobbet sammen, samarbeidet også med de andre læringsparene underveis og viste hverandre hvordan de kunne bruke de ulike funksjonene i appen for å styre roboten i ønsket retning.

I den avsluttende delen av timen hvor elevene skulle jobbe med monsterarket så vi også en videreføring av det gode samarbeidet de hadde hatt tidligere i timen. Denne elevgruppen brukte også litt tid på å sette seg inn i og forstå selve oppgaven, men de var flinke til å kommunisere med hverandre underveis så de støtte ikke på store utfordringer. De brukte konkrete ord til hverandre, og mange var trygge på både høyre og venstre, når de skulle forklare hvilken retning brikken skulle flyttes. Vi opplevde generelt at denne gruppen følte på en god del mestring, og at de trivdes med å jobbe sammen to og to. De var en ivrig gruppe som var interessert i å lære mer om de programmerbare robotene.

Klasse 5

Klasse 5 består av en gruppe elever fra første trinn. Denne klassen hadde noe erfaring med Sphero-Bolt fra før av og vi opplevde at elevene var meget spente og gledet seg masse til å lære om Sphero-Bolt. I likhet med flere av de andre klassene, var klasse 5 en motivert gruppe. Vi merket at denne gruppen var veldig aktive og ivrige. Når det kom til den delen hvor de skulle programmere læreren, tok elevene i bruk ord og begreper som «til siden», «skrått til høyre og venstre» og «bortover». Her opplevde vi at elevene var inne på det mer presise språket, men at det fortsatt var litt usikkerhet på hvordan det skulle tas i bruk. Siden det ble brukt «høyre og venstre» om hverandre, tydet det på at elevene ikke var helt sikre på forskjellen mellom de to begrepene. Denne delen av undervisningsopplegget ga oss rikt med innblikk i hva slags språk denne klassen hadde.

Videre i neste del av undervisningsopplegget rettet fokuset seg ikke bare mot ord og begreper, men også hvordan de samarbeidet. Med klasse 5 opplevde vi at samarbeidet ikke fungerte så godt og at mange av elevene var opptatt med sitt. Men det var noen få som faktisk samarbeidet med å styre Sphero-Bolt ballen gjennom banen. Her tok de i bruk uttrykk som «du må kjøre denne veien» og pekte samt «nå må du snu». Det var interessant å se hvordan de brukte peking som et hjelpemiddel for å styrke instruksjonen de ga til hverandre. Med tanke på at denne gruppen var mindre god på å samarbeide, var det mange som oppsøkte læreren istedenfor hverandre når det oppstå vanskeligheter. Det positive var at selv om samarbeidet var svakt, var det ingen av elevene som ga opp når det oppstå problemer. Vi opplevde også at siden det var så mange som henviste seg til læreren for hjelp, ble de andre tvunget til å spørre og hjelpe hverandre.

I slutten av timen, hvor elevene skulle holde på med monsterarket, så vi en tydelig endring i språket som ble brukt mellom elevene. Igjen så krevde denne oppgaven i større grad et presist språk fordi den ene eleven holdt seg foran øynene, dermed måtte den andre parten tenke over hvilke instruksjoner som ble gitt. Mange av elevene synes denne oppgaven var gøy, men også at den krevde mer enn hva som var nødvendig i første delen hvor de programmerte læreren. Vi opplevde at med denne elevgruppen førte monsterarket til en positiv utvikling i samarbeidet. Samarbeidet var ikke på sitt beste i midten av undervisningsøkten, hvor de lekte med Sphero, men underveis i arbeid med monsterarket var alle deltagende og alle fikk til oppgaven, ved at de hjalp hverandre.

I denne klassen var det blant annet flere som fortsatt var usikre på forskjellen mellom «høyre» og «venstre», men det satte ikke noe stopper for gjennomføringen av oppgaven. Flere av parene besto av en som var ganske trygg på forskjellen på høyre og venstre, dermed lagde de ulike løsninger slik at den som synes det var vanskelig fikk litt hjelp til å forstå hvilken retning «venstre» faktisk var. Noen brukte fysisk berøring, andre lagde huskereglene som for eksempel mot vinduene var samme retning som høyre og mot vasken var samme retning som venstre. Med andre ord var disse løsningene som elevene lagde selv, en måte å inkludere alle i oppgavene uavhengig av forståelse for begrepene. Dermed oppsto det jubel rundt omkring i klasserommet så fort et par hadde klart å kode seg frem til mål. Vi opplevde at elevene hadde det gøy og følte i noe grad mestring.

Klasse 6

Klasse 6 er en gruppe elever fra andre trinn og hadde fra tidligere noe erfaring med Sphero-Bolt. Dette var en gruppe vi opplevde hadde stor motivasjon og mye lærelyst når vi skulle sette i gang med undervisningsøkten. I den første delen av timen var det i likhet med de andre klassene, de samme begrepene som gikk igjen når de skulle gi instruksjoner til hvor læreren skulle flytte seg i klasserommet; «til siden», «bortover» og «den veien». Noen av elevene prøvde også å bruke høyre og venstre for å beskrive retning, men syntes det var utfordrende å vite helt eksakt hvilken vei det var. Allikevel var det flere av elevene som var med på den tankegangen og vi opplevde at de sammen diskuterte seg frem til hva som var riktig.

I neste del av økten når de selv skulle prøve å styre robotene med iPad, var det noen læringspar som syntes det var vanskelig å forstå seg på hvordan de skulle få roboten til å gå i den retningen de ønsket mens andre tok det ganske raskt. Til tross for at noen syntes det var krevende, hjalp de andre til slik at de til slutt også fikk det til. Vi opplevde ikke at noen kun var opptatt av det de selv drev med, men at de ønsket å hjelpe hverandre med å få det til. Vi satt også igjen med inntrykket av at elevene var vant til å samarbeide med hverandre og at dette gjenspeilet seg i denne undervisningsøkten. Elevene var flinke til å inkludere slik at alle kunne få føle på mestring.

Til slutt, når elevene jobbet med monsterarket ble også begrepene og kommunikasjonen mellom elevene forbedret i stor grad. Elevene brukte det de hadde lært seg i løpet av undervisningsøkten, og det var veldig interessant og gøy å se at den som skulle gi instruksjoner til den andre faktisk tenkte seg om før de kommuniserte videre hvor brikken skulle flyttes. Noen av parene brukte også, i likhet med klasse 5, fysisk berøring for å hjelpe og lagde seg huskereglene for hvilken retning som eksempelvis var til høyre. I parene og som gruppe var de opptatt av å få det til og det ble en veldig fin time hvor inkludering virkelig var i fokus. Etter endt time uttrykte også mange av elevene at de syntes det var veldig morsomt med en annen måte å ha en matematikktime på, og håpet at de snart skulle gjøre det igjen.

5.2 Hvordan kan lek med Sphero-Bolt utvikle barns matematiske kommunikasjon og samarbeidsferdigheter?

For å få en bedre oversikt over klassene har vi valgt å ta i bruk en tabell som oppsummerer det som skjedde i klasserommene. Vi har delt det inn i tre kategorier; *mestring, ord og begreper og inkludering*. Vi vektlegger disse på bakgrunn av resultatene våres, og mener de belyser det valgte forskningsspørsmålet; *Hvordan kan lek med Sphero være med på å danne et inkluderende klasserom?*

	<i>Mestring/motivasjon</i>	<i>Ord og begreper</i>	<i>Inkludering</i>
Klasse 1	Viste motivasjon ved å være engasjerte fra start, og uttrykte stort engasjement gjennom hele undervisningsøkten.	Brukte i starten generelle begreper som «til siden», «rett frem» og «bakover», men på slutten av timen tok de i bruk «høyre», «venstre», «stopp».	De inkluderte hverandre når problemer oppstod, og alle var med uavhengig av utgangspunkt.
Klasse 2	Denne klassen virket mindre motivert og usikre på hva de skulle gjøre.	«Gå til høyre som en halvsirkel» og «snurr rundt» var begreper som ble brukt i starten. På monsterkodingen til allikevel elevene i bruk mer konkrete begreper som eksempelvis «høyre», «venstre» og «stopp».	Inkludering kom til syne gjennom et godt klassemiljø og gode samarbeidsevner.
Klasse 3	Vi oppfattet gruppen som meget motiverte selv om de hadde tidligere erfaringer med Sphero-Bolt.	«Bortover». «til siden» og «fremover» ble brukt mye i den første oppgaven av undervisningsøkten. I siste oppgave hadde elevene tilegnet seg	Inkludering fikk lite plass da samarbeidet mellom elevene ikke fungerte godt nok i starten. Mot slutten av timen så

		andre og mer konkrete begreper som «høyre» og «venstre».	vi en forbedring i kommunikasjonen mellom elevene, men fremdeles lite inkludering.
Klasse 4	Denne elevgruppen hadde også tidligere erfaring med Sphero-Bolt og virket veldig motiverte.	«Den veien», «bortover» og «oppover» var begreper elevene brukte i starten av undervisningsøkten når de skulle programmere læreren rundt i klasserommet. Vi merket også i denne klassen at de mot slutten av timen brukte konkrete begreper som «høyre» og «venstre».	På bakgrunn av at læringsparene hadde et godt samarbeid, så vi også at alle var med og ble inkludert.
Klasse 5	Dette var en veldig aktiv og motivert klasse. De uttrykte stor interesse og nysgjerrighet rundt undervisningsøkten.	De brukte begreper som «skrått til høyre og venstre», «til siden» og «bortover» i den første oppgaven. Under arbeidet med Sphero-Bolt brukte de mye peking og upresist språk som «du må kjøre denne veien». I siste del så vi en forandring da elevene brukte mer presise og konkrete begreper som «høyre» og «venstre».	De brukte fysisk berøring og huskereglene for å inkludere og motivere. På denne måten fikk de til god kommunikasjon uavhengig av forståelse for begrepene.

Klasse 6	Motivasjonen opplevde vi som stor og de hadde mye lærelyst. Dette var også en gruppe som hadde noe erfaring med Sphero-Bolt fra tidligere.	I den første oppgaven brukte klassen ord og begreper som «til siden», «bortover» og «den veien». Underveis i timen så vi at elevene tilegnet seg et mer konkret og presist språk, da de i den siste oppgaven med monsterarket gikk fra å bruke «bortover» til å heller si «høyre» eller «venstre».	Denne klassen lagde seg også huskeregler underveis og samarbeidet mellom elevene kom godt frem. De var også opptatte av å hjelpe hverandre på tvers av læringsparene, og på den måten ble inkludering fremmet på en god måte.
----------	--	--	---

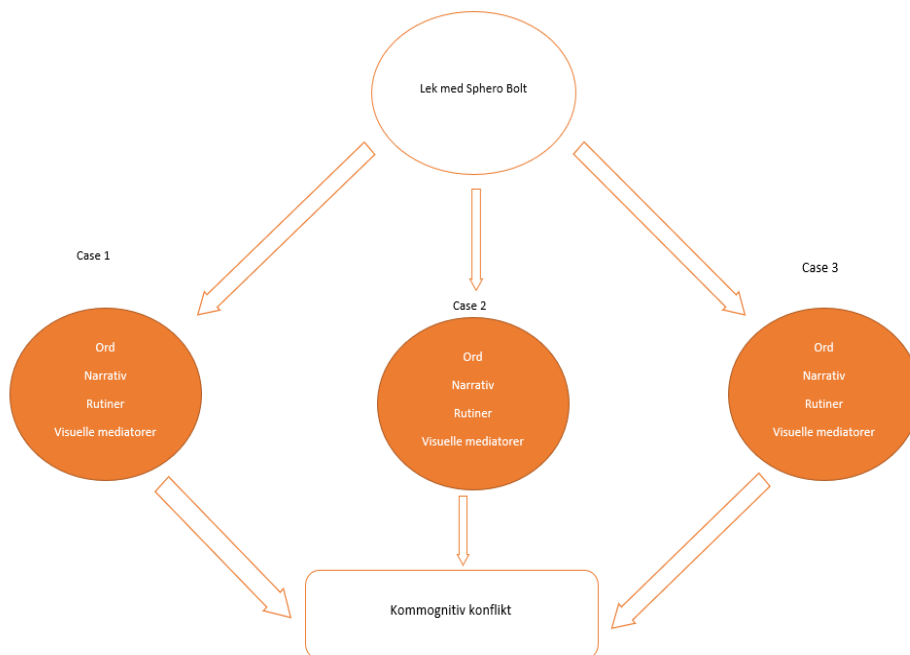
Tabell 5.1

I de overnevnte resultatene kan det argumenteres for at ved å ta i bruk programmeringsverktøyet Sphero-Bolt i undervisningen, vil det kunne bidra til å danne et inkluderende klasserom. Dette kommer blant annet frem i flere av klassene ved at de hadde godt samarbeid, utviklet huskeregler, passet på at alle var med og at alle hadde det gøy. Vi bevisst la til rette for at det ikke var noe rett eller galt. Vi opplevde at dette var med på å gjøre det mindre skummelt, og at elevene ikke følte på press ved å delta i undervisning.

Vi har igjennom denne forskningen erfart at lek i samspill med Sphero-Bolt også kan bidra til å skape et godt læringsmiljø der samarbeid står i fokus. I de gode samarbeidssituasjonene så vi at den matematiske samtalen åpnet opp for at elevene kunne tilegne seg nye begreper, som de senere brukte for å gjøre seg bedre forstått. Dette kom til syne i den siste oppgaven med monsterarket, da elevene var avhengig av å være presise.

5.2 Hvordan kan lek med Sphero-Bolt utvikle barns begrepsforståelse i matematikk?

I denne delen av oppgaven vil det bli presentert tre caser fra de klassene vi besøkte på første og andre trinn. I beskrivelsen av alle casene vil det bli benyttet fiktive navn for å ivareta elevenes anonymitet.



Figur 5.1 - analysemodell

Hver episode presenteres først kort i en tabell for å gi en oversikt over hver case, før vi videre vil gi beskrivelse av selve oppgaven, etterfulgt av utdrag fra samtalene som utspilte seg. Deretter vil dette analyseres ut ifra Sfard sitt kommognitive rammeverk (2007), herunder de fire diskursene. Her vil det legges vekt på hvordan Sphero-Bolt kommer til uttrykk i elevenes diskurser, og videre vil det også undersøkes om hvordan lek med Sphero-Bolt kan gjøre at mulige kommognitive konflikter oppstår. Avslutningsvis vil vi se på hvordan begrepsinnlæring i arbeid med Sphero-Bolt kommer til syne.

Case	Elever	Innhold
Case 1 – programmering av lærer	Amir	Tar i bruk himmelretningene i sin løsning av oppgaven.
Case 2 - grader	Fredrik og Sara	Tar i bruk 90° og 180° for å gi forklaring til et problem som oppstår i kjøringen med Spheroballen.
Case 3 – høyre og venstre	Frida og Oda	Tar i bruk en fysisk løsning med berøring for å skjønne forskjellen på høyre og venstre.

Tabell 5.2

Case 1 – Programmering av lærer

Denne casen er hentet fra en klasse på første trinn. Dette er i starten av undervisningsøkten, hvor elevene skal programmere læreren. Vi forteller at læreren er en robot som skal forflytte seg fra tavlen (START) ned til lekekroken (MÅL - dette befant seg bakerst til venstre i klasserommet). Elevene må altså gi instruksjoner til læreren om hvordan «roboten» skal komme seg til mål. Samtalen nedenfor er et utdrag av hvordan en elev valgte å løse den gitte oppgaven.

Lærer: Hva må dere si til roboten (læren) for at den skal flytte seg? Husk at den kun forstår et steg av gangen og dere må si stopp. Lærer gir Amir ordet.

Amir: Du må flytte deg bortover!

Lærer: Hva mener du med bortover? Roboten kan ikke se hva du mener.

Amir: Den veien da! (Amir peker)

Lærer: Roboten forstår fortsatt ikke hva du mener. Tenk over hva du kan si istedenfor.
Elev tenker...

Amir: Å! Jeg vet det, den må flytte seg sørover!!

Lærer: Oi, det var et morsomt svar! Skal vi se om roboten forstår dette da...

Amir: Ja, for hvis jeg ser for meg et kart så vil jeg tenke at sørover betyr bakover på en måte.

Lærer: Ja, det hørtes jo smart ut! Hvis du da kanskje prøver å si bakover til roboten så vil den muligens flytte seg.

Amir: Da sier jeg bakover og STOPP!

Lærer: Da ser vi hva som skjer... Roboten flytter seg!

I det overnevnte samtaleutdraget ser vi at eleven er både engasjert og har et stort ønske om å lære. Ut ifra samtalen kan det allikevel tyde på at eleven er noe usikker da læreren til tider veileder eleven for å finne det «riktige» ordet som gjør at roboten forstår hvor den skal. Amir valgte å bruke ordet «sør» noe som forteller at han brukte ord som han kjente til fra før. Her kommer bruk av *ord* i det kognitivt rammeverket inn. Dette handler om hvilke ord som brukes og er typiske i den matematiske diskursen. Kontekst er også en viktig del av dette, da det er avgjørende for forståelse av ordet. Amir viste i dette tilfellet bred begrepsforståelse og en interessant diskurs. Ved å bruke himmelretning for å beskrive en instruksjon eller retning, viste Amir at han muligens har kjennskap til eksempelvis kompass og kart. Underveis i denne samtalen ser vi tegn til kognitiv konflikt da alle elevene var tilsynelatende enige om at roboten skulle bakover, men da Amir valgte å bruke ordet «sør» isteden ble dette noe som var i «strid» med det de andre allerede visste fra før. De andre elevene forstod med andre ord hvor Amir mente læreren skulle flytte seg, men ordet han brukte til konteksten var ukjent.

I denne delen av undervisningsøkten hvor elevene skulle programmere læreren, vil læreren fungere som en visuell mediator. Ved bruk av visuelle mediatorer, ser vi at det gir elevene en forsterket forståelse av oppgaven samtidig som elevene må resonnerer og danne seg en mening om det matematiske innholdet. I tillegg fungerer den visuelle mediatoren, læreren, som en umiddelbar tilbakemelding på de instruksjonene som ble gitt. Amir brukte først «du må flytte deg bortover!» som en instruksjon og fikk respons med engang fra læreren som programmeres at den ikke forsto instruksjonen ved at hun ikke flyttet på seg. Den erfaringen og den umiddelbare responsen, kan være en av årsakene til at Amir senere i samtalen benytter seg av en diskurs som han er kjent med fra før, nemlig himmelretningene.

Amir trekker frem en relasjon mellom å gi instruksjoner på hvor roboten skal bevege seg i klasserommet opp mot himmelretningene. Her kommer vi inn på det Sfard (2007) kaller *narrativ*. Det handler om all tekst, skriftlig eller muntlig, som gir en beskrivelse av objekter, relasjoner mellom dem, eller prosesser som er knyttet til dem. Narrativet i denne hendelsen befinner seg på metanivå, da den tar for seg selve diskursen til Amir ved at han trekker frem et begrep og gir en fremgangsmåte for hvordan han vil løse oppgaven. På bakgrunn av Amir tar i bruk sør, noe som han tydelig har kjennskap til fra før, være et styrende element som påvirker hvilke argumenter Amir tar i bruk senere, når han skal gi roboten instruksjoner. Dette faller under Sfards (2007) metaregler som omhandler hvilke regler som er med på å styre hva elevene sier og gjør.

Case 2 – Grader

Denne casen er hentet fra en klasse på andre trinn. Denne episoden tar for seg den delen av undervisningsopplegget hvor elevene utforsker og gjør seg kjent med Sphero-Bolt. For at elevene skulle kunne få utfordringer hadde vi på forhånd satt opp ulike baner og hinderløyper de skulle styre ballen i. Den påfølgende samtalen er et utdrag hvor vi observerte kommunikasjonen som foregikk.

Sara: Fredrik, vi prøver å kjøre rundt den ene tunnelen som går i med alle de forskjellige veiene der borte!

Fredrik: Ja! Den ser litt vanskelig ut, men vi prøver!

Sara: Da prøver du å kjøre først, også meg etterpå.

Fredrik: Okei, da prøver jeg nå! Men du må hjelpe meg med den tunnelen.

Sara: Ja, du skal bare kjøre rett frem også 90 grader to ganger!

Fredrik: Hva mener du nå egentlig?

Sara: Nei, fordi siden du skal på en måte snu roboten rundt så kan du tenke først til siden også til siden igjen!

Fredrik: Men hvorfor sier du 90 grader?

Sara: Fordi 90 grader er på en måte litt til siden og du skal jo helt rundt så da blir det først litt til siden også litt til siden igjen. $90 + 90$ er jo 180 og det vil si at du snur roboten rundt.

Fredrik: Åja så på en måte halvparten av HELT rundt?

Sara: Ja Fredrik! Helt riktig.

Fredrik: Ja, da skjønner jeg det! Så kult at du sa det på den måten, nå lærte jeg noe nytt!

I dette samtaleutdraget ser vi også likhet med case 1 at elevene er engasjerte, ivrige og har et stort ønske om å lære mer om den programmerbare roboten. Hvis vi ser nærmere på hvilke *ord* som blir brukt så tyder det på fra Sara sin side at hun bruker kunnskap som hun kjenner til fra før, fordi hun bruker grader for å beskrive hvilken retning roboten skal kjøre. Fredrik har i dette tilfellet ikke hørt disse ordene før, og det gir antydning til det Sfard refererer til som en *kommognitiv konflikt*. Fredrik har sin oppfatning om hvordan man kan beskrive en retning ballen skal gå, mens Sara har en annen. Fredrik velger i dette tilfellet å forkaste sitt *narrativ* til fordel for den tilsynelatende mer erfarne deltageren som her er Sara. Her blir læring på metanivå satt i fokus fordi læringen skjer fra en ytre påvirkning, herunder kommunikasjon. Samtidig kan man se på denne samtalen som en utviding og endring av begge elevenes diskurs. Sara sin utviding vil være at hun ved bruk av ord, klarer å sette det til en kontekst, mens Fredrik får en endring ved at Sara presenterer helt annen beskrivelse av en retning enn det han opprinnelig ville brukt.

De *visuelle mediatorene* er også fremtredende i denne casen. Det at elevene fysisk ser roboten og kjørebane spiller en viktig rolle i hvordan samtalen utspiller seg. Det fysiske aspektet gjør det lettere for Sara å forklare for Fredrik hva hun mener, fordi det er ofte fordel å kunne faktisk se objektet som er foran deg fremfor eksempelvis en tegning. Sphero_Bolten sitt potensiale og kjørebane støtter altså de narrative som er til stede, som igjen gjør at argumentasjonen til Sara gjør det lettere å overbevise Fredrik. Selve roboten tilbyr også visuelle mediatorer, nemlig styreflaten på iPaden og den fysiske kjørebane. Ved at Sara knytter kjøring av ballen til ulike grader kan man argumentere for at arbeid med Sphero-Bolt også kan legge til rette for andre visuelle mediatorer som ikke har, i dette tilfellet, en klar og direkte tilknytning til roboten.

Ettersom de jobbet med programmeringsverktøyet i denne casen var det vesentlig å se på styrken til Sphero-Bolt. Et eksempel er at den gir elevene en umiddelbar respons på rutinen deres. De trengte ikke få en lærer til å sjekke om det de har tenkt er riktig eller galt. Ved å legge det opp på denne måten, gjør det også hele prosessen mer effektiv. I denne delen av timen skulle elevene bli kjent med roboten og det var derfor ikke noe

som var et riktig svar. Elevene måtte altså finne ut selv hva som må gjøres slik at roboten forflyttet eller snudde seg i riktig retning.

Case 3 – Høyre og venstre

Denne casen er hentet fra en klasse på første trinn. I denne oppgaven har elevene fått utdelt et ark (se figur 4.5) hvor de skal sammen med læringspartner skulle hjelpe hverandre ved å komme til mål. Utfordringen med dette var at den ene ikke kunne se, slik at den andre måtte gi klare og tydelige beskjeder slik at den andre kunne forstå hvor man skulle flytte brikken. Ut ifra det man tidligere hadde gjort i løpet av timen var dette også en fin mulighet for oss å «sjekke» om de hadde tilegnet seg nye begreper etter programmering av lærer og når elevene skulle få teste ut Sphero-Bolt selv.

Frida: Okei Oda, da forklarer jeg også skal du ikke se.

Oda: Okei! (Tar hånden foran øynene)

Frida: Du kan gå to rett frem også en opp til høyre.

Oda: Tenker seg om... Går to rett frem og en til venstre.

Frida: Nei Oda! Ikke den veien på slutten.

Oda: Hva mener du?

Frida: Du gikk til venstre og ikke høyre.

Oda: Ja, men jeg er ikke så god på forskjellen på høyre og venstre, Frida.

Frida: Okei, jeg skal hjelpe deg! Jeg prikker deg på den armen du skal gå jeg.

Oda: Ja gjør det, det hjelper. Frida prikker borti den høyre armen til Oda.

Frida: Nå går du riktig! Okei, nå skal du videre tre opp også til høyre igjen. Prøv selv og husk hvilken arm jeg prikket deg på!

Oda: Okei, jeg skal prøve! (Flytter tre opp og til høyre.)

Frida: Ja, bra! Nå husket du det! Nå er du snart i mål. Også hvis du nå går til venstre så skal du gå mot den andre armen på en måte. Den jeg ikke prikket deg på!

Oda: Okei, da prøver jeg! (Flytter brikken til venstre)

Frida: Helt riktig! Nå skjønner du det jo! Så flink du er. Nå skal du bare to opp så er du i mål!

Oda: Okei! (Flytter brikken)

Frida: Da er du fremme! Nå er det min tur. Bare tenk på akkurat det samme når du skal gjøre det på meg nå!

Oda: Ja, det var bra vi gjorde det sånn her! Takk Frida, du er god.

Ord som blir tatt i bruk under samtalen til Oda og Frida var begrepene «høyre» og «venstre». Det er ord som bør være nokså kjent for elever på første og andre trinn. Med tanke på at denne casen er basert på en situasjon som foregikk på slutten av timen, hadde disse begrepene blitt brukt aktivt gjennom undervisningen. På bakgrunn av den aktive bruken av begrepene, burde elevene ha en viss kjennskap til hvilke begreper det ville være lønnsomt å bruke. Usikkerheten til Oda viste at hun befant seg i en annen diskurs enn Frida som var nokså sikker over bruken av «høyre» og «venstre». Som nevnt tidligere, nevner Sfard (2007) viktigheten om sammenhengen mellom ord og i hvilken kontekst som knyttes opp mot ordene. Oppgaven med monsterkoding legger til rette for en fornuftig kontekst til å ta i bruk og arbeide med begrepene «høyre» og «venstre» da oppgaven stiller krav til å gi instruksjoner til noen som ikke ser. Dette retter søkelyset på at god kommunikasjon er vesentlig i en slik oppgave.

I situasjonen mellom Frida og Oda er ikke visuelle mediatorer like fremtredende som i de andre casene. På bakgrunn av at denne casen om Frida og Oda foregår i den siste delen av undervisningsopplegget hvor den ene eleven ikke har noe sikt, fører det til at det ikke er noe form for visuelle mediatorer for Oda, da hun ikke ser noe. Derimot for Frida som har muligheten til å se hvordan Oda flytter brikken etter hva Frida gir av instruksjoner, gir det en mulighet for Frida til å få en fysisk og konkret respons. Dermed får Frida muligheten til å vurdere og gjøre endringer på hvordan hun uttrykker seg i samtalen med Oda.

I utdraget fra samtalen ovenfor tar Frida og Oda i bruk et repeterende mønster for hvordan de skal løse oppgaven, da Oda ikke er helt trygg på forskjellen mellom høyre og venstre. Gjennom den praktiske løsningen til Frida, hvor hun prikker Oda på den armen som tilsvarer ønsket retning, legger Frida til rette for at Oda over tid danner seg en bedre forståelse mellom begrepene og hva de innebærer. Med andre ord hjelper den praktiske løsningen Oda, ved at den fokuserer på relasjonen mellom ordet «høyre» og ordets betydning. Frida befinner seg på et høyre nivå i sin matematiske diskurs i forhold til Oda. Frida faller under det vi kaller narrativ på metanivå, da hun tar i bruk begrepene for å gi en fremgangsmåte for å løse oppgaven med monsterkodingen.

Den praktiske og fysiske løsningen, fungerer som et repeterende mønster for hvordan de skal løse oppgaven, og er karakteristisk for diskursen til Frida. Dette går under det Sford (2007) kaller *rutiner*. Oda, som er usikker på begrepene høyre og venstre, befinner seg på det som kalles objektnivå. Hun har noe kjennskap til begrepene fra før av, men har ikke forståelsen for forskjellen mellom de to begrepene. Samtidig tar Oda i bruk begrepene «høyre» og «venstre» med prøv og feil metoden, helt til Frida danner en rutine for å hjelpe Oda. Dermed er ikke forståelsen til Oda god nok til at hun senere kan bruke det til å styre hvordan hun løser en oppgave. Derimot ser vi antydninger til at den praktiske løsningen til Frida, hjelper Oda og setter i gang tankeprosessen til Oda. For at Oda over tid skal danne en dypere forståelse for begrepene «høyre» og «venstre» ville det vært hensiktsmessig å bygge videre på denne praktiske løsningen og gjøre varierte oppgaver hvor Oda får erfaringer, som senere kan legge til rette for dannelsen av regler og rutiner på metanivå.

Ved å ha en lekbasert tilnærming i arbeid med Sphero-Bolt, vil det kunne åpne opp for at elevene blir introdusert for nye begreper, fordi lek har ingen faste rammer som gjør at en samtale blir begrenset. Vi opplevde at ved å la elevene prøve nokså fritt med Sphero-Bolt fikk de muligheten til å sette ord på de gjorde, uten at det var riktig eller galt. Elevene fikk også flere erfaringer i forhold til begreper, eksempelvis «høyre» og «venstre», ved å leke med Sphero-Bolt. Dette kommer til syne gjennom casene ovenfor, hvor de tre ulike klasseromsituasjonene representerer hver sin del av undervisningsøkten. I casen «*Koding av lærer*» ser vi at bruken av ordet «sør» er «riktig», men til stor forvirring for de andre elevene. Ved at Amir får denne erfaringen, vil han senere kunne forstå når han skal ta i bruk ordet og i hvilken kontekst det er mer hensiktsmessig. Casen «*Grader*» tar for seg hvordan kommunikasjonen mellom Sara og Fredrik foregår i styringen av Sphero-Bolt. Her så vi at Fredrik ikke forsto ordet Sara brukte og dermed legger lekende læring med Sphero-Bolt til rette for, i dette tilfellet, at Fredrik møtte og tilegnet seg et nytt begrep. Gjennom casen «*Høyre og venstre*» så vi at den praktiske løsningen til Oda hjalp Frida i sitt arbeid med begrepsinnlæring, ved at den fokuserte på relasjonen mellom ordet «høyre» og ordets betydning.

6 Diskusjon

Vårt grunnlag for denne masteroppgaven var å kunne lære mer om hvordan arbeid med programmerbare roboter kan berike matematikkundervisningen gjennom å fokusere på motivasjon og mestring. I tillegg til dette ønsket vi å se nærmere på hvordan lek kan være et verktøy i utvikling av barns matematiske samtale. Hensikten med denne forskningen er å kunne motivere andre lærere til å ta i bruk Sphero-Bolt i undervisningen, og å fremme lek som en viktig del av opplæringen.

Med fokus på læreplanen samt en interesse til forskning med programmering som setter elevenes læring og utvikling i sentrum, kom vi frem til følgende problemstilling:

Hvordan kan lek med roboter ivareta barns motivasjon og mestring, og samtidig være et nyttig verktøy i utvikling av matematiske samtaler?

I analysekapittelet benyttet vi oss av Sfard (2007) sitt kognitivt rammeverk og har på den måten fått innsikt i hvordan elevene kommuniserer i arbeid med ulike programmeringsoppgaver. Vi har også sett hvordan arbeidet med slike oppgaver kan rette fokuset på elevenes diskurser som i dette tilfellet har vært bruk av ord, narrativ, visuelle mediatorer og rutiner.

I dette kapittelet vil vi fremheve mulighetene som er til stede ved bruk av valgte programmeringsverktøy, Sphero-Bolt. Først vil vi drøfte hvilket mangfold programmeringsverktøyet Sphero-Bolt tilbyr. I det påfølgende delkapittelet vil vi også drøfte hvordan lek med programmering kan gi rike muligheter for den matematiske samtalen. I de tre neste delkapitlene rettes fokuset mot matematikk i en virkelighetsnær kontekst hvor det legges til rette for praktiske erfaringer. Avslutningsvis vil vi komme med en evaluering av undervisningsopplegget vi brukte i denne forskningen.

6.1 Sphero Bolt – et mangfold av læring

Den programmerbare roboten som er brukt i denne masteroppgaven, Sphero-Bolt, har et stort potensial og legger til rette for et mangfold av læring. Mulighetene er mange, og denne masteroppgaven har sin hensikt til å være med på å argumentere for hvordan man kan anvende programmering i matematikkundervisningen. Tidligere forskning snakker

om og viser viktigheten med å ta i bruk programmering på en «riktig måte», hvor viktig det er å leke med programmerbare roboter og hvor mye sosial læring som oppstår i undervisningssituasjonene med programmering.

«Riktig» bruk av Sphero-Bolt

Med tanke på hvordan denne undervisningsøkten er lagt opp, hvor elevene er i fokus og mye av undervisningen er elevsentrert, er det viktig at læreren har kompetanse nok til å veilede elevene slik at man sikrer læringsutbytte til elevene. Bray & Tagney (2017) og Forsström & Kaufmann (2018) trekker frem hvorfor det er viktig å ta i bruk programmering og programmerbare roboter på en «riktig» måte. Dette innebærer at man utnytter potensialet til de digitale verktøy slik at man lærer gjennom å utforske og dermed får man en dypere forståelse for matematikk. I dette undervisningsopplegget har hensikten vært å gjøre et forsøk på å ta i bruk de programmerbare robotene på den «riktige» måten som tidligere forskning benevner. Programmering er noe som har fått mye større plass i skolen og spesielt i matematikkfaget. Under matematikk i læreplanen (LK20) finner vi programmering eksplisitt nevnt under 5.trinn; *“lage og programmere algoritmer med bruk av variabler, vilkår og løkker.”* (Utdanningsdirektoratet, 2020). På bakgrunn av læreplanen ser vi et behov for at lærere trenger kompetanse om programmering. Bray & Tagney (2017) snakker om hvordan programmering i skolen krever en pedagogisk endring hvor undervisningen må være mer elevsentrert. Læreren må derfor være kompetent til å kunne tilrettelegge for en slik pedagogisk tilnærming, samt være trygg innenfor programmering. Med denne elevsentrerte undervisningen er ikke læreren i sentrum slik som det ofte er i tradisjonell undervisning. Derfor var det viktig at når elevene arbeidet med Sphero- Bolt, at vi som lærere i undervisningsøkten, tok en veiledende rolle og lot elevene styre egen utforskning og læring.

I denne masteroppgaven har en del av forarbeidet handlet om å sette seg inn i Sphero-Bolt, både programmeringen og robotens muligheter. Det innebar testing av undervisningsopplegget, men også andre aktiviteter og muligheter som kunne være en fortsettelse av undervisningsopplegget. Med andre ord handlet mye av forarbeidet om å bli kjent med Sphero-Bolt. På denne måten sikret dette at undervisningsøkten ble gjennomført med og av to kompetente lærere. Hadde ikke dette vært en del av forarbeidet, hadde det påvirket undervisningsøkten i stor grad. Zhong & Xia (2020) benevner hvordan roboter alene ikke kan forsterke matematikkundervisningen, men at

samspill mellom bruken av roboter, læreren, oppgaven som blir gitt og læringsmiljøet er det som utgjør forsterkningen av undervisningen. Eksempel på en klasseromsituasjon hvor roboten forsterker matematikkundervisningen så vi spesielt i klasse 2 hvor samspillet mellom oppgavene som blir utdelt, læreren og det gode klassemiljøet gjorde at elevene fikk mulighet til å kjenne på mestring.

Lekende læring med Sphero-Bolt

I overordnet del – *verdier og prinsipper for grunnopplæringen* står det skrevet blant annet at for de yngste barna er lek nødvendig for trivsel og utvikling samt at lek i opplæringen gir muligheter til kreativitet og meningsfylt læring (Kunnskapsdepartementet, 2017, s.7) På bakgrunn av dette var det naturlig å legge til rette for lek i sammenheng med opplæring av bruk av programmerbare roboter med de aller minste elevene. I denne aldersgruppen er det essensielt at man legger til rette for lekende læring med tanke på at de er vant til mye lek i barnehagen, og det ligger i barnets natur å leke.

Lek er noe som kom på den pedagogiske banen med Comenius på 1600-tallet da han mente at det var essensielt for oppdragelsen at mødre lekte med barna sine. I likehet med Comenius kom Fröbel i 1840 med fri lek og den barnehagen vi kjenner i dag. Mead & Dewey snakker om denne frie leken samt lek i sammenheng med læring. Undervisningsopplegget i denne studien kan ikke kalles for verdiorientert lek på bakgrunn av at det er et formål med leken, og leken er ikke spontan. Ifølge Mead & Dewey må den frie leken være spontan og ikke ha noe form for mål. Mead & Dewey er kritiske til at barn skal stresses gjennom læring som ligger langt frem, og de mener at det kan resultere i at elevene mister interesse og elevene sin evne til virkelig konsentrasjon.

Undervisningsopplegget er lagt opp til mye lek rundt programmering og Sphero-Bolt. Med denne lekende læringen ser vi at elevene leker, hvor lekens mål omhandler at elevene skal bli kjent med roboten til senere bruk. Lek kan være en stor motivasjonsfaktor og dermed var det naturlig at en introduksjonsøkt med de minste elevene måtte innebære lek. Dunbar & Rich (2020) mener det er viktig å sette av tid til å gi elevene mulighet til å utforske og «leke» med robotene. Dette ser vi også likheter til i forskningsartikkelen til Taraldsen & Myhra (2019) hvor hovedmålet deres for undervisningsopplegget var å lære elevene begrepene algoritmisk tenkning og programmering gjennom lek og utforskning. Store deler av undervisningsøkten var lagt

opp til at elevene skulle leke og bli kjent med Sphero-Bolt. Underveis lærte og erfarte elevene for eksempel at nøyaktigheten spilte en stor rolle i arbeidet med Sphero-Bolt da de måtte lære seg blant annet «aiming». Mange av elevene brukte tid på leke seg frem og det oppsto noen situasjoner hvor roboten gikk i motsatt retning. Her ble elevene veiledet og vist hva «aim» betydde for styringen deres. Deretter observerte vi at de som allerede hadde fått veiledning, endte opp med å veilede de andre elevene som sto fast med samme utfordring. Dermed kan man argumentere i samhold med Dunbar & Rich (2020) at det er utrolig viktig å sette av tid til å leke med robotene, og bli kjent med verktøyet før man setter i gang med faglig innhold. Dette er med på å sikre et godt læringsutbytte for elevene på sikt, da elevene har kompetent kunnskap om hvordan man kan ta i bruk Sphero-Bolt til senere bruk enn hvis man skulle startet rett på faglig innhold.

Ifølge Bers (2014) er det et viktig element i bruken av programmerbare roboter at læreren innlemmer faglig innhold på en lekbasert måte. Dermed leker barna for å lære samtidig som de lærer å leke i en kreativ kontekst (Bers et al., 2014). En del av undervisningsopplegget innebar at elevene skulle programmere læreren. Elevene synes dette var veldig gøy når de ga instruksjonen om å gå frem og læreren gikk rett i veggen. På denne måten startet undervisningsøkten på en leken måte.

Ved å legge til rette for lek i samspill med programmerbare roboter, opplevde vi en stor motivasjon og lærelyst. Her ser vi en sammenheng til Lunde & Brodal (2022) som sier at barnets foretrukne læringsform er lek (Lunde & Brodal, 2022, s. 7).

En observasjon vi erfarte rundt gjennomføringen av undervisningsopplegget var hvordan elevene tok i bruk samtale som en måte å samarbeide og løse oppgaven på. I casen med Sara og Fredrik, bruker Sara ordet 180 grader istedenfor ordet som Fredrik bruker, snu seg rundt. Her ser vi hvordan de ulike ordene som i bunn og grunn kan bety det samme, og videre møtes og diskuteres.

Sosial læring med Sphero-Bolt

I casene med Sara & Fredrik og Oda & Frida, så vi eksempler på et godt samarbeid i en undervisningssituasjon. Sara hjalp Fredrik når han opplevde oppgaven som litt vanskelig. Selv om forsøket til Sara også var litt vanskelig for Fredrik å forstå, ble det

brukt tid på forklaringer slik at Fredrik til slutt forstod hva Sara mente. Her så vi at Sara inntok en veiledende rolle og er tålmodig mot Fredrik. Tålmodighet er ofte noe som er mangelvare med de aller minste elevene, og derfor var utrolig fint å se hvordan både Sara og Fredrik håndterer denne situasjonen. Dette er en av elementene Simley et al (2020) trekker frem som positive sider ved bruk av programmerbare roboter, nemlig den sosiale læringen. Et godt samarbeid så vi også jentene Oda og Frida. Selv om Oda ikke var trygg i forskjellen på høyre og venstre, så vi også her at Frida regulerer seg og kommer med en praktisk løsning med berøring for at Oda skulle forstå hvilken retning hun fikk instruksjon om å gå til. Simley et al (2020) mener at arbeid med roboter forsterker kritisk tenkning, kreativitet og problemløsning. Selv om Oda og Frida ikke brukte en robot, men holder på med programmering av hverandre, så vi tendenser til kreativitet og problemløsning med den praktiske berøringen.

I tillegg til den sosiale læringen kan man argumentere for at arbeid med programmerbare roboter kan føre til motivasjon og lærelyst. I artikkelen til Lee & Low (2017), viser funnene til at 95% av deltakerne opplevde læring med programmerbare roboter som gøy og motiverende. Elevenes glede og lærelyst var noe som gikk igjen underveis i datainnsamlingen, og mesteparten av elevene som deltok i denne forskningen var meget motiverte fra start og gledet seg til å komme i gang med robotene.

6.2 Lek med programmering – rike muligheter for matematiske samtaler

De to delene av undervisningsopplegget som omhandlet programmering av læreren og monsteraket, så vi at den lærende leken la til rette for rike muligheter som fremmet de matematiske samtalene. Med andre ord gjør leken at elevene tar i bruk begreper i ulike situasjoner. Innlæring og utvikling av begreper er krevende og langvarig prosess som Stengrundet & Valbekmo konkluderer med at utvikles over år og den bygges bit for bit gjennom arbeid hvor elevene får kjennskap til og erfaringer med begrepets egenskaper og kjennetegn (Stengrundet & Valbekmo, 2019, s. 9).

Når elevene skulle programmere læreren ga det oss et raskt og rikt innblikk i hvilke begreper elevene kunne fra før av. Her ser vi en av kategoriene til Sfard (2007), ord, komme til syne ved at ordene som blir brukt gir en antydning til hvilken diskurs elevene befinner seg. Et eksempel er casen med Amir hvor han skal programmere læreren og han tar i bruk ordet «bortover». Dette ordet er veldig forenklet og upresist. Dermed får

læreren en pekepinn på den matematiske diskursen til Amir. For å bygge videre på Amir sitt ord «bortover», veileder læreren på en måte slik at Amir forstår at han må være mer presis. Resultatet blir dermed at Amir tar i bruk et ord som han kan fra før og tenker at han kan knytte til denne oppgaven. Istedenfor å si «bortover» enda en gang, velger Amir og si ordet «sør» på bakgrunn av at han tenkte på et kart og at han har erfaring med at «sør», er nedover på kartet. Dette samsvarer med det Stengrundet & Valbekmo (2019) trekker frem, nemlig hvordan elever møter begreper som er kjent fra før av, og at etter hvert vil det bli en del begreper som elevene har møtt og lært om. Stengrundet & Valbekmo (2019, s. 4) trekker frem viktigheten med å se sammenhengen mellom begrepene og at de kan bety det samme. Ordet «sør» ble brukt som utgangspunkt for resten av undervisningsøkten, da det ble forsøkt å bygge videre på de begrepene som ble brukt av elevene underveis i programmeringen av læreren. Denne casen med Amir er et eksempel på hvordan dagligspråket kommer til syne. Jensen (2020) trekker frem skillet mellom det dagligspråket og det matematiske språket, ved at det matematiske språket krever i mye større grad presisjon (Jensen, 2020, s. 170). I dette tilfellet får Amir erfare hvor presis man må være, spesielt i arbeid med programmerbare roboter.

6.3 Virkelighetsnær kontekst

Ved å bruke roboter i undervisningen gir det elevene mulighet til å arbeide med matematikk på en praktisk måte. Det fysiske aspektet til selve roboten medfører at det ligger andre muligheter til rette, men samtidig også begrensninger sammenlignet med eksempelvis arbeid med matematikkoppgaver i boka eller å jobbe med et digitalt program. Roboten er ikke like nøyaktig som de overnevnte eksemplene, og påvirkes av ytre faktorer som hvordan aiming og plasseringen av Sphero-Bolt er utført, og hvordan underlaget til roboten er. Selv om dette kan føre til begrensninger gir det også et grunnlag for de matematiske samtaler. Ved at elevene må ta hensyn til de eventuelle ytre faktorene som påvirker roboten, kan det dyrke samtaler knyttet til feil og gyldigheten til resultatene. Slike samtaler kan vi knytte til Zhong og Xia (2020) som trekker frem at bruk av programmerbare roboter i undervisningen kan bidra til å endre at synet på matematikk går fra å måtte være abstrakt og perfekt, til en mer reell tilnærming. Robotens mulige unøyaktigheter vil føre til at elevene lærer seg å være kritiske, og vurdere om det Sphero-Bolt responderer med etter man har gitt en instruks, er korrekt eller ikke.

I den andre casen med Sara og Fredrik ser man et eksempel på hvordan den matematiske samtalen og samarbeid kommer frem ved bruk av roboter. Ved at Fredrik styrer roboten underveis som Sara forteller og forklarer hvordan han kan styre roboten er også i tråd med Simley et al. sine funn. De mener at bruk av programmerbare roboter styrker den sosiale læringen gjennom å jobbe sammen om en felles oppgave. Forsström & Kaufmann (2018) peker også på at arbeid med roboter har kobling til geometri, dette gjelder også Sphero-Bolt. Arbeid med en programmerbar robot kan bidra til samtaler og gi praktiske erfaringer om ulike matematiske begreper som grader og vinkler. Dette ser vi et klart eksempel på ettersom Sara faktisk velger å bruke grader når hun skal forklare i hvilken retning hun mener Fredrik skal styre roboten. Dunbar & Rich (2020) mener at slike erfaringer kan være med på å gjøre matematikkundervisningen mer virkelighetsnær for elevene. Det vil også være med på å bidra til at elevene tilegner seg kunnskap om begreper, slik at de kan samtale om og gjøre beregninger uten å måtte være avhengig av støtte fra andre eller visuelle mediatorer (Sfard, 2007). Vårt mål med undervisningsøkten var å gi elevene en slags introduksjon til Sphero-Bolt og hvordan den kunne brukes, men vi ser i case 2 når Sara bruker grader. Dette viser hvor mye potensial som ligger i lek med roboter, fordi roboten kan gi elevene forskjellige erfaringer med forflytting i rommet.,

I praksis har vi har opplevd kritikk rettet mot å bruke roboter i undervisning, fordi lærere mener at det ikke kan brukes som en erstatning til de tradisjonelle undervisningsmetodene. Vi mener at våre funn peker på at lek med roboter kan tilføre viktige elementer i undervisningen Ved å ta i bruk roboter tidlig i grunnskolen, vil elevene få muligheter til å utvide sin begrepsforståelse, de bli gode på å jobbe i team og samarbeid, og de får muligheter til å skaffe seg erfaringer for å fremme gode matematiske samtaler. Dette forutsetter at lærere er villige til å ta i bruk slike programmeringsverktøy med jevne mellomrom, slik at elevene får mulighet til å utfolde seg. Det er også viktig at lærere har nok kunnskap på området slik at når elevene syntes det er vanskelig, kan læreren kunne fungere som et støttende stillas. senere kan læreren også ta utgangspunkt i og bygge undervisningen på elevenes førstehåndserfaringer med roboter. Eksempelvis når elevene skal lære om grader og variabler, kan læreren vise til erfaringer og beregninger som ble gjort når elevene brukte roboten. Ved å gjøre dette vil man, i følge Forsström & Afdal (2020), kunne bygge på disse erfaringene som igjen legger til rette for rike læringsmuligheter.

6.4 Visuelle mediatorer

Sphero-Bolt kan sies å ha sterkt tilknytning til å kunne legge til rette for de visuelle mediatorene som Sfard beskriver i sitt teoretiske rammeverk om kognisjon. Gjennom å bruke Sphero-Bolt og den tilhørende appen SpheroEdu gir det elevene ulike elementer å bruke som støtte. Ved at elevene kan se og ta på robotens fysiske kjørebane, og ta i bruk aiming og bestemme hastighet åpner det opp for at elevene kan bruke ulike visuelle mediatorer. Det ligger også andre visuelle mediatorer som ikke har en eksplisitt tilknytning til roboten, eksempelvis markeringen av Sphero-Bolt sin kjørebane, at man kan benytte seg av mange ulike måleenheter i tillegg til at elevene kan bruke kroppsspråk når de skal argumentere eller forklare.

De visuelle mediatorene som tilbys i arbeid med roboter, kan legge til rette for matematikkfaglige samtaler hvor også kognitive konflikter kan oppstå. Slike samtaler har et stort potensial til læring, fordi det åpner opp for at elevene får innsikt i hverandres diskurser (Sfard, 2007). Vi vil argumentere for at en slik undervisningstilnærming, der man bruker roboter, og på lengre sikt vil kunne bidra til en mer helhetlig forståelse av matematiske begreper fordi det vil være lettere for elevene å koble nye begreper til fysiske erfaringer, samt kunne utvikle og forbedre elevenes problemløsningsferdigheter. Grunnen til dette er fordi de visuelle mediatorene ser ut til å hjelpe elevene til å både resonnerer og gjøre kommunikasjonen enklere. Funnene i analysen vår gir også indikasjon på at dette stemmer, ved at gjennom å bruke mediatorene skapes et narrativ som er med på å overbevise den andre eleven (jf. case 2). Zhong og Xia (2020) peker også på at det å ta i bruk roboter er positivt for elevenes evne til matematiske tenkning. I oppgavene som ble gitt underveis er det flere visuelle mediatorer som kommer til syne og har evnen til å fremme gode matematikkfaglige samtaler om eksempelvis fremgangsmåter og hvilke begreper som tas i bruk. Skulle elevene ha løst de gitte oppgavene i egen skrivebok hadde det nok med stor sannsynlighet ikke blitt like gode matematiske samtaler, og dette understreker viktigheten ved å være bevisst på de visuelle mediatorene som kan ligge til rette i en undervisningssituasjon. Undervisningsøkten vi har brukt i denne forskningen fremmer argumentasjon, samarbeid, mestring og motivasjon fordi både de matematiske samtalene og visuelle mediatorene er til stede. Ved at tilgangen på flere visuelle

mediatorer trer frem, kan også føre til at elevenes kunnskap blir forsterket fordi man tar i bruk andre metoder for læring. Dette er verdifullt for oss som lærere å ta med seg videre, slik at vi kan bruke det ved en senere anledning.

6.5 Sphero Bolt som «den erfarne»

Vi har tidligere i oppgaven nevnt Abtahis (2018) argumentasjon om at læring skjer i samspill med andre, gjennom den mer kunnskapsrike andre. Dette samsvarer som nevnt tidligere med teorien til Sfard (2008), hvor det blir trukket frem at for at læring skal skje og en eventuell endring i den individuelle diskursen til elevene, må diskursen utfordres av en mer erfaren person. Med tanke på at denne oppgaven er bygd opp under bruk av den programmerbare roboten Sphero- Bolt, vil det være naturlig å argumentere for om roboten kan innta rollen som den mer erfarne.

Potensialet som ligger i Sphero- Bolt er stort, derfor er det viktig at robotens potensialet blir satt i fokus. Sphero- Bolt har en fantastisk mulighet for å gi elevene umiddelbar tilbakemelding på det de gjør, ved at elevene kan se hva roboten utfører på bakgrunn av deres instruksjoner. Dette ser vi også i casen med Fredrik og Sara, hvor de får en umiddelbare respons fra roboten. Fredrik prøver å styre, men synes det er vanskelig å kjøre banen. Deretter får han et forslag fra Sara om å kjøre 90 grader to ganger. Fredrik forstår nok ikke helt hva Sara mener, men Sara forklarer videre om at 90 grader to ganger blir det samme som 180 grader. Her gir roboten en umiddelbar respons til Fredrik om at 180 grader er det samme som hans oppfatning av at roboten skal snu seg en halv runde rundt. I dette tilfellet med Sara og Fredrik vil man kunne argumentere for at Sara er den kunnskapsrike andre i samspill med Sphero-Bolt. Sphero-Bolt styrker også læringsutbyttet til Fredrik, da han lærer og utvikler sin kunnskap på et dypere nivå på bakgrunn av hans forkunnskaper.

Dunbar & Rich (2020) snakker om den positive effekten rundt den umiddelbare responsen en programmerbar robot tilbyr. I en vanlig undervisningssituasjon med en lærer vil ikke elevene få tilbakemelding like raskt som de vil få med en robot. Dunbar & Rich (2020) vil i likhet med det som oppstår i denne situasjonen med Sara og Fredrik, argumentere for at programmerbare roboter med sin umiddelbare respons både frigjør læreren i større grad, men også styrker den aktive læringen og sikrer et godt læringsutbytte. Dermed vil Sphero-Bolt være med på å effektivisere undervisningen

fordi elevene lærer aktivt gjennom elevsentrert undervisning hvor læreren har mulighet til å veilede flere samtidig som elevene unngår ventetid på respons fra lærer. Simley et al (2020) snakker om hvordan elever lærer best gjennom aktiv læring. Sphero-Bolt tilrettelegger for denne aktive læringen, noe som har en enorm betydning for elevenes motivasjon til å lære. Under samtalen som utspiller seg i case 2, ser vi at Fredrik opplever oppgaven som litt vanskelig, men Sara kommer med et forslag til en løsning, som gir Fredrik motivasjon til å forstå hvordan oppgaven kan løses.

Den umiddelbare responsen legger også til rette for å ta i bruk en slags prøv og feile metode for å teste ut løsningsforslag og ideer til oppgaven. Dette kan fort ende opp som en form for rutine i senere arbeid med roboter. På denne måten blir det kanskje mindre skummelt å skulle ytre sine ideer og tanker om hvordan man kan løse oppgaver, da feil og utfordringer er en del av prosessen. På en annen side viser tidligere forskning til at metoden prøving og feiling kan være negativ. Ifølge Kaufmann & Stenseth (2020) viser det seg at prøving og feiling hemmer den matematiske samtalen. I studien til Forsström & Afdal (2020) var det et krav om å ikke ta i bruk prøv og feil metoden, men at elevene måtte arbeide systematisk slik at de lærte å kjenne igjen problemene som medførte at elevene hadde en dypere forståelse for hvor feilen var. Med tanke på bruken av Sphero-Bolt, vil man kunne argumentere for at den tilhørende appen, SpheroEdu, kan være med på å tilrettelegge for at elevene arbeider systematisk og tenker gjennom hva de ønsker å teste ut. Under datainnsamlingen var det tydelig styreflaten i appen var til stor hjelp for elevene. Styreflaten fungerte som en tydelig hjelp ved at det visuelt ga elevene noe å se etter i tankeprosessen for hva de ønsket å prøve ut.

6.6 Evaluering av undervisningsopplegget

Undervisningsopplegget er en stor del av denne masteroppgaven. Derfor er det essensielt å evaluere undervisningsopplegget opp mot hva vi ønsket å få svar på. Lek, samarbeid og den matematiske samtalen er viktige elementer som må drøftes opp mot undervisningsopplegget.

Gjennomføringen av undervisningopplegget

Dette undervisningsopplegget var delt inn i tre deler; start, hoveddelen og avsluttende aktivitet. Oppstarten var den delen hvor elevene skulle programmere læreren, og vi

opplevde at elevene synes denne delen var morsom. Hvis vi skulle gått videre med denne oppgaven, kunne vi lagt opp til at elevene skulle programmere hverandre. Vi tok uansett valget om at elevene skulle programmere læreren, på bakgrunn av at vi ikke hadde kjennskap til noen av klassene på forhånd. Dermed ble resultatet av oppstarten, en myk og forsiktig innledning med masse engasjement. I hoveddelen av timen, hvor elevene fikk leke med Sphero-Bolt erfarte vi noen praktiske utfordringer. Blant annet innså vi raskt at vi måtte være mer tydelig og beskrive oppgavene mer nøyaktig slik at alle elevene forstod hva de skulle gjøre. Dette ble ikke utført på en like god måte i den første klassen, og vi måtte derfor gjøre endringer. Dette innebar at formuleringene våre måtte justeres. Når siste del av undervisningsopplegget hvor oppgaven med monsterarket ble presentert, gikk vi inn i en rolle som veldig lekende og barnslige, noe som vi merket fort hadde en positiv effekt på elevene i den forstand at de var utrolig engasjerte og motiverte. I gjennomføringen av denne oppgaven i de ulike klassene, så vi ingen tendenser til at noen kjedet seg, eller ikke ønsket å gjøre oppgaven.

Erfaringer med undervisningsopplegget

Vi opplevde at variasjonen i dette undervisningsopplegget var med på å styrke engasjementet og holdt elevene aktiv gjennom hele økten. Med tanke på at denne forskningen fokuserer på de minste elevene i grunnskolen, ser vi at det var nødvendig å ha variasjon i oppgavene elevene fikk. Konsentrasjonstiden til en første- og andreklassing er kort og derfor valgte vi å ha tre oppgaver som ikke overgikk 30 min. I tillegg var hovedoppgaven en aktiv oppgave hvor elevene kunne gå rundt istedenfor å sitte stille. På denne måten ble det også variasjon i forhold til kroppslig aktivitet. Økten startet med å sitte stille, deretter gikk det til å gå videre til oppgaven med Sphero-Bolt, hvor elevene gikk rundt og var i aktivitet, og til slutt hvor det avslutningsvis endte med at elevene satt og arbeidet med monsterarket.

En stor del av erfaringene vi sitter igjen med, handler om mestringsfølelsen og gleden elevene uttrykte. Dette kom veldig tydelig frem i alle delene av undervisningsopplegget. I første delen opplevde vi at det fungerte godt å skulle la elevene programmere læreren. Dette fanget oppmerksomheten til elevene og de viste masse engasjement. Ved at vi tok valget om at elevene skulle programmere læreren, var det også lettere for oss å fange opp hvilke ord og begreper som ble brukt. Hvis man skulle latt elevene programmere hverandre kunne man fått frem flere elevers bruk av ord og begreper. Men som nevnt

tidligere, på bakgrunn av at vi ikke hadde kjennskap til klassene fra før av, bestemte vi oss for at elevene skulle programmere læreren. Dette synes vi funket på en god måte fordi de ga oss og elevene en myk start på undervisningsøkten.

Erfaringene vi sitter igjen med knyttet til samarbeid handler om hvordan elevene arbeidet i læringspar. Vi opplevde at det var fornuftig å bruke læringspar for å sikre at den matematiske samtalen kom til uttrykk. Mesteparten av elevene i de ulike klassene viste godt samarbeid og som et resultat av det gode samarbeidet, så vi at den matematiske samtalen fikk større plass.

Inkludering

Begrepet inkludering står skrevet under overordnet del i LK20; «*Skolen skal utvikle inkluderende fellesskap som fremmer helse, trivsel og læring for alle*»

(Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 15). Undervisningsopplegget er lagt opp slik at vi ønsker at alle skal delta uavhengig av utgangspunkt. Arbeid med programmerbare roboter er, etter vår erfaring, noe som kan tilpasses og treffe de fleste slik at de føler på mestring som kan påvirke videre lærelyst i matematikk. Et eksempel på inkludering så vi spesielt hos en elev fra klasse 1. Som nevnt tidligere var dette en elev som hadde en-til-en voksen rundt seg, og som vanligvis var mye ute av klasserommet. I vårt undervisningsopplegg observerte vi at eleven gjennom hele timen opplevde stor motivasjon til å løse oppgavene og satt igjen med en enorm mestringfølelse. Denne eleven samarbeidet godt med sin medelev, og sammen prøvde de å styre Sphero-Bolt gjennom flere av banene. I tillegg så vi at kommunikasjonen denne eleven hadde med både sin læringspartner og de andre i klassen, bedret seg i arbeidet med Sphero-Bolt. Når vi først kom til denne klassen, opplevde vi at denne eleven hadde lite kommunikasjon med de andre elevene. Vi kan derfor argumentere for at ved å legge opp til undervisning på denne måten, fremmes inkludering på en naturlig måte og som igjen skaper videre motivasjon. Vi hadde på forhånd delt våre erfaringer med lærerne gjennom DEKOMP, og la mye vekt på at inkludering var i fokus og at alle elever skulle få mulighet til å være med på vårt undervisningsopplegg.

Vi så at klassene uavhengig av samarbeidsevne, likevel endte opp med å både inkludere og samarbeide om et felles mål. Noe av det viktigste med inkludering handler om å ta i bruk og utnytte det mangfoldet som befinner seg i et klasserom. Overordnet del skriver

det slik: «*I arbeidet med å utvikle et inkluderende og inspirerende læringsmiljø skal mangfold anerkjennes som en ressurs*» (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 15). I likhet med forskningen til både Branin et al. (2022) og Lee og Low (2017) observerte vi at, gjennom dette undervisningsopplegget hvor det handler blant annet om bruk av programmerbare roboter, at elevene kjenner på en mestringsfølelse glede samt motivasjon til å lære matematikk. I sammenheng med bruken av programmerbare roboter ser vi også at lek er viktig. Gjennom lekende læring med Sphero-Bolt, opplevde vi at elevene var utrolig motiverte og at de slapp seg litt løs, dermed kom samtalen naturlig frem imellom elevene. Ved at samtalen kommer opp og frem, møter elevene nye og kjente begreper i nye sammenhenger som er med på å styrke begrepsinnlæringen. Vi opplevde også at elevene inkluderte hverandre i stor grad gjennom lekende læring med Sphero-Bolt. Dette kom til syne gjennom godt samarbeid og at alle var med samt at alle hadde en aktiv rolle.

Algoritmisk tenkning

Algoritmisk tenkning er utvikling av strategier og fremgangsmåter for å løse problemer, og det handler om å kunne bryte ned et problem i delproblemer slik at man kan løse problemet systematisk (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Dette undervisningsopplegget som tar utgangspunkt i læreplanmålet etter andre trinn; *“lage og følge regler og trinnvise instruksjoner i lek og spill.”* (Utdanningsdirektoratet, 2020). På bakgrunn av dette så vi at gjennom lek med Sphero-Bolt, tok elevene i større grad i bruk algoritmisk tenkning. Med tanke på at undervisningsopplegget var ment for å være en introduksjon til programmering, valgte vi å la elevene styre roboten via styringsflaten. Vi opplevde at dette var noe som la til rette for algoritmisk tenkning fordi elevene måtte sette ord på hva de tenkte å gjøre i alle stegene for å løse oppgaven. Med andre ord delte elevene oppgavene de fikk inn i mindre deler, for å kunne løse den på en god måte. Dette kom frem i oppgaven hvor elevene skulle styre roboten, hvor de hadde fokus på en instruksjon om gangen.

7 Avsluttende refleksjon

I vår masteroppgave har vi valgt følgende problemstilling; *Hvordan kan lek med roboter ivareta barns motivasjon og mestring, og samtidig være et nyttig verktøy i utvikling av barns matematiske samtaler?*

For å undersøke denne problemstillingen har det blitt gjennomført en casestudie i første- og andre klasse. Vi har utarbeidet et undervisningsopplegg. Dette ble testet ut og vurdert av lærere i et verksted på en DEKOMP samling (jf. 4.2.1). I undervisningsopplegget har elevene vært gjennom tre ulike oppgaver som omhandlet programmering. For å samle inn data har vi benyttet refleksiv praksisforskning med bruk av observasjonsskjema. Funnene i denne forskningen er analysert i tråd med teori om lek, Sfards rammeverk om kognisjon samt begrepsinnlæring. Denne studien ønsker å sette fokus på erfaringer på hvordan programmering kan brukes og undervises i skolen, ved å se på hvordan de matematiske samtalene utspiller seg samt lekens rolle og viktigheten den spiller i undervisningen.

I begynnelsen av arbeidet med denne masteroppgaven ville vi vite mer om hvordan vi kunne ta i bruk programmering, tidlig i skolen. Dette er på bakgrunn av at vi ønsket for vår egen del, som fremtidige lærere, å kunne bidra til forskningsfeltet knyttet til programmering i matematikkundervisningen for de yngste elevene på barneskolen. Gjennom oppgaven har vi trukket frem relevant teori og forskning, og drøftet dette opp mot funnene våre fra datainnsamlingen. Vi har også benyttet oss av refleksiv praksisforskning med bruk av observasjonsskjema, som i tråd med valgte forskningsspørsmål gjør det mulig for oss å besvare problemstillingen. I denne delen av oppgaven vil vi trekke slutninger ut ifra drøftingen vi tidligere har gjort, basert på hovedfunnene.

Lek har vært en sentral del av denne forskningen, og vi mener også at våre funn i datainnsamlingen støtter oppunder dette. Vi har erfart at ved å benytte seg av en lekbasert tilnærming i arbeid med Sphero-Bolt, vil man fremme den kollektive læringen i et klasserom. Elevene bruker programmeringsverktøyet sammen, og ikke alene. De benytter seg av hverandres kvaliteter, kunnskaper og ferdigheter. Med andre ord, arbeider de sammen mot et felles mål. I overordnet del av læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2020) er det også fokus på at lek i skolen er nødvendig for trivsel og utvikling, og at lek i opplæringen gir muligheter til kreativitet og meningsfylt

læring. Lek gjør også at elevene kan føle på en åpenhet og frihet knyttet til om det de gjør verken er riktig eller galt, og på den måten kan det åpne opp for rike matematiske samtaler. Dette er fordi det blir mindre ubehagelig å dele sine tanker og meninger.

Ifølge Bers (2014) er det viktig å ta i bruk programmerbare roboter på en leken måte, fordi det legger opp til at elevene lærer i en kreativ kontekst. I våre funn ser vi at dette kommer frem gjennom elevens svar og løsninger på de ulike oppgavene som ble gitt.

Kommunikasjon og samarbeid har vært fremtredende i denne forskningen. I arbeid med programmerbare roboter vil ulike ord og begreper komme frem ved at elevene må uttrykke hva de ønsker at Sphero-Bolt skal gjøre. Her møter elevene både kjente og ukjente ord og begreper. Begrepsinnlæringen er krevende og foregår over lengre tid (Stengrundet & Valbekmo, 2019, s. 9). Sphero-Bolt legger til rette for at elevene tar i bruk hverdagsspråket, samtidig som det bygger videre på ord og begreper som de kjenner til fra før. Dette kommer til uttrykk gjennom kommunikasjon og samarbeid, ved at elevene samtaler om hvordan de skal løse oppgaven. I en slik samtale kan det oppstå ulike forslag til å løse oppgaven, og dette legger til rette for rike muligheter til å argumentere for sitt eget forslag, lytte til andres forslag, og på den måten videreutvikle og bygge elevene begrepsforståelse.

Samlet gir teori, funn, resultater og drøfting oss muligheten til å besvare oppgavens problemstilling. Lek med roboter vil kunne ivareta barns motivasjon og mestring, og det er samtidig være et verktøy i utvikling av barns matematiske samtaler. Dette har vi gjennom forskningen opplevd at gir et godt utbytte for å kunne utvikle samarbeidsferdigheter og kommunikasjonsevne hos elevene. I tillegg ved å bruke programmeringsverktøyet Sphero-Bolt på en lekbasert tilnærming, har vi selv også opplevd at det er med på å utvikle barns begrepsforståelse i matematikk.

Denne studien viser til en undervisningssituasjon ved bruk av programmering i matematikk. Ved å se på erfaringene og tankene som er gjort underveis i oppgaven, kan man kunne utvikle nye undervisningsøker. Denne forskningen kan også gi innblikk i, og legge opp til videre refleksjon rundt programmering i skolen og hvordan man kan bruke det i undervisning. Videre forskning knyttet til dette feltet vil kunne være å sette opp flere undervisningsøker hvor man bruker programmering over en lengre periode, og på den måten kunne se på hvordan det bidrar til eksempelvis utvikling av matematiske samtaler og begrepsinnlæring.

Man kan også videre legge vekt på elevenes samarbeid og hvordan dette påvirker de matematiske samtalene. Det ville også vært interessant å se på om man kan benytte seg av kvantitativ forskning og hvordan dette kunne ha blitt gjort.

I innledningen vår etterlyste Forsström og Kaufmann forskningsstudier som setter fokus på elevenes kollektive læringsprosesser, med vekt på elevenes samtaler og hvordan programmeringsverktøyet blir brukt. Med dette i bakhodet og på bakgrunn av at programmering har fått en større plass i dagens læreplan, håper vi med denne oppgaven å ha satt lys på og bidratt til forskning, samt videre arbeid innenfor temaet. Vi ser tilbake på prosessen som meget lærerik og spennende, og gleder oss til å ta fatt på arbeidslivet. Ikke minst ser vi også frem til å bruke Sphero-Bolt og andre programmeringsverktøy i matematikkundervisningen.

8 Litteraturliste

Abtahi, Y., Adler, J., Guillemette, D., Herheim, R., Lerman, S., Maheux, J. F., & Valero, P. (2018). *Otherness in mathematics education*. I E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Red.), Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, July 3-8, 2018, Umeå, Sweden (s. 95-124). Umeå: PME

Befring, E. (2015). *Forskningsmetoder i utdanningsvitenskap*. Oslo: Cappelen Damm.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). *Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum*. *Computers & Education*, 72, 145-157.

Brainin, E., Shamir, A., & Eden, S. (2022). *Robot programming intervention for promoting spatial relations, mental rotation and visual memory of kindergarten children*. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(3), 345-358, <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1858464>

Bray, A., & Tangney, B. (2017). *Technology usage in mathematics education research—A systematic review of recent trends*. *Computers & Education*, 114, 255-273. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>

Broström, S. (2019). Leg i 1.klasse. I A.A. Becher., E. Bjørnstad & H.D Hogsnes (Red.), *Lek i begynneropplæringen: lekende tilnærminger til skole og SFO* (s. 43-54). Universitetsforlaget

Dunbar, K. M., & Rich, K. M. (2020). *Mathematics Makes Robots Roll*. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 113(7), 565-572. <https://doi.org/10.5951/MTLT.2019.0225>

Forsström, S. E., & Afdal, G. (2020). *Learning Mathematics Through Activities with Robots*. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 6(1), 30-50. <https://doi.org/10.1007/s40751-019-00057-0>

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. <http://hdl.handle.net/11250/2599710>

Fangen, K. (2022). *Kvalitativ metode*. De nasjonale forskningsetiske komiteene. <https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/kvalitativ-metode>

Jensen, R. (Red). (2020). *Ord og begreper i klasserommet*. Fagbokforlaget.

Kaufmann, O. T., & Stenseth, B. (2020). *Programming in mathematics education*. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 1-20. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1736349>

Krumsvik, R. J. (2019). *Kvalitative metodar i lærarutdanninga*. I R. J. Krumsvik (Red.), *Kvalitativ metode i lærarutdanninga* (s. 151-189). Bergen: Fagbokforlaget.

Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsett som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.regjeringen.no/contentassets/37f2f7e1850046a0a3f676fd45851384/overordnet-del---verdier-og-prinsipper-for-grunnoppleringen.pdf>

Lee, P. T., & Low, C. W. (2020). Implementing a Computational Thinking Curriculum with Robotic Coding Activities through Non-formal Learning. I S. C. Kong, H. U. Hoppe, T. C. Hsu, R. H. Huang, B. C. Kuo, K. Y. Li, ... & J. Vahrenhold (Red.), *Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education* (s. 150-152). Hong Kong: The Education University of Hong Kong. <https://www.eduhk.hk/cte2020/doc/CTE2020%20Proceedings.pdf#page=162>

Lillemyr, O. F. (2019). Lek som fenomen – og motivasjon som læring. I A.A. Becher., E. Bjørnstad & H.D Hogsnes (Red.), *Lek i begynneropplæringen: lekende tilnærminger til skole og SFO* (s. 57-68). Universitetsforlaget

Lindseth, A. (2017). Refleksiv praksisforskning. I K. Steinsvik (Red.), *Humanistiske forskningstilnærminger til profesjonspraksis*. (s. 243-259). Gyldendal.

Lunde, C. & Brodal, P. (2022). *Lek og læring i et nevroperspektiv: Hvordan gode intensjoner kan ødelegge barns lærelyst*. Universitetsforlaget.

NOU 2013: 2. (2013). *Hindre for digital verdiskaping*. Regjeringen.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e2f0d5676e144305967f21011b715c16/no/pdfs/nou201320130002000dddpdfs.pdf>

Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanning*. Oslo: Cappelen Damm

Sevik, K. m.fl. (2016). *Programmering i skolen*. Senter for IKT i utdanningen.
https://www.udir.no/globalassets/filer/programmering_i_skolen.pdf

Sfard, A. (2006). Participationist discourse on mathematics learning. I J. Maasz & W. Schloeglmann (Red.), *New Mathematics Education Research and Practise* (s. 153-170). Rotterdam: Sense.
https://www.researchgate.net/publication/303148993_Participationist_discourse_on_mathematics_learning

Sfard, A. (2007). *When the Rules of Discourse Change, but Nobody Tells You: Making Sense of Mathematics Learning From a Comognitive standpoint*. Journal of the Learning Sciences, 16(4), 565-613. <https://doi.org/10.1080/10508400701525253>

Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge: Cambridge University Press.

Simley, T., Mack, N. A., Pittman, T., Cook, C., Cummings, R., Moon, D., & Gosha, K. (2020). *Assessing the Efficacy of Integrating Computer Science, Math, and Science in a Middle School Sphero Robotics Summer Program*. 2020 Research on Equity and Sustained Participation in Engineering, Computing, and Technology (RESPECT), 1, 1-8. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9272479>

Sphero Inc. (u.å.). *Inspiring the Creators of Tomorrow*. Sphero.
https://sphero.com/pages/about-us?_pos=3&_sid=be930ebe9&_ss=r

Statlig spesialpedagogisk tjeneste (2021). *Programmering i skolen*.
<https://www.statped.no/laringsressurser/teknologitema/programmering-for-barn-med-saerskilte-behov/programmering/?depth=0#6>

Stengrundet, S. & I. Valbekmo (2019, mars). *Begrepslæring og begrepsforståelse i matematikk*. Matematikksenteret.
<https://www.matematikksenteret.no/sites/default/files/2022-09/Begrepsl%C3%A6ring%20og%20begrepsforst%C3%A5else%20i%20matematikk.pdf>

Taraldsen, L. H., Myhra, K. S. (2019). *Programmering med Spheroballer*. Tangenten – tidsskrift for matematikkundervisning 3(4), 2-7.

Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitativ metode*. 3. Utgave. Bergen: Fagbokforlaget.

Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (4. utg.). Oslo: Gyldendal.

Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i matematikk (MAT01-05)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/kompetansemaal-og-vurdering/kv20?lang=nob>

Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behavior*, 72, 577-588.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>

Øksnes, M. & Sundsdal, E. (2020). *Barns lek i skolen*. Fagbokforlaget.

Zhong, B. & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 79-101. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>

Figurliste

Figur 4.1: Sphero-ball

Figur 4.2: SpheroEdu-appen

Figur 4.3: Aiming i SpheroEdu-appen

Figur 4.4: Modell for datainnsamling

Figur 4.5: Monsterark

Figur 4.6: Analysemodell

Modelliste

Tabell 5.1: Oppsummering av observasjoner

Tabell 5.2: Oversikt over caser

Vedlegg 1: Observasjonsskjema

Datainnsamling - _____ skole (____ . trinn)	
Hvordan reagerer elevene på robotene? Er de positive eller negative? (Får de noe motivasjon?)	Gruppe 1: Gruppe 2:
Hva slags begreper/språk bruker elevene når de skal programmere hverandre/læreren?	Gruppe 1: Gruppe 2:
Hva slags begreper/språk bruker elevene når de skal prøve banen? Gjør de seg noen erfaringer?	Gruppe 1: Gruppe 2:
Hva skjer når de møter på utfordringer? Stopper de opp eller prøver de en gang til/flere ganger?	Gruppe 1: Gruppe 2:
Hva slags begreper/språk bruker elevene når de skal programmere/gi instruksjoner til monsterarket?	Gruppe 1: Gruppe 2:

Andre observasjoner/refleksjoner:

Vedlegg 2: Informasjonsskriv og samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Lek med Sphero»?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å forske på hvordan lek med Sphero kan bidra til bedre romforståelse. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med denne masteroppgaven er å forske på hvordan kan lek med digitale verktøy ivareta barns nysgjerrighet og utforskertrang, og samtidig være et nyttig verktøy i utviklingen av romforståelse? Vi kommer til å se nærmere på hvordan man kan bruke Sphero til nettopp dette. Formålet er også å kunne lage et undervisningsopplegg som kan videreføres til andre lærere.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Sørøst-Norge er ansvarlig for prosjektet. Denne masteroppgaven er også et samarbeid med Holmestrand kommune gjennom videreutdanning for lærere.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi ønsker å forske nærmere på hvordan bruk av teknologiske verktøy, i dette tilfellet Sphero, påvirker barns romforståelse på småtrinnet. Derfor ønsker vi nettopp elever på småtrinnet til å delta.

Hva innebærer det for deg å delta?

Metoden for denne masteroppgaven er refleksiv praksisforskning (hvor man forsker på egen praksis) og observasjon. Vi kommer derfor til å skrive ned caser fra undervisningsopplegget og videre bruke dette i vår oppgave.

Ta gjerne kontakt med oss hvis du ønsker å se undervisningsopplegget på forhånd av undervisningstimen.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Hvis du velger å ikke delta, vil du få et alternativt opplegg mens forskningen foregår i et annet klasserom.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet.

Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Personer som vil ha tilgang til forskningen og datainnsamlingen:

Hannah Juvet og Martine Mosebakk Larsen (Masterstudenter)

Aud Kjæret (Veileder ved Universitet i Sørøst-Norge)

Kontaktlærer for trinnet forskningen vil utføres

All data vil være anonymt, ved at vi gir elevene fiktive navn.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes 1. juni 2023. Dataene vil anonymiseres under hele prosjektet, og ved innlevering av masteroppgaven vil opplysningene slettes.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Sørøst-Norge har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene

- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

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

- Universitetet i Sørøst-Norge ved Aud Kjæret, Aud.Kjaret@usn.no. Veileder for prosjektet.
- Universitet i Sørøst-Norge ved Hannah Juvet, Hannahjuvet@gmail.com. Student.
- Universitetet i Sørøst-Norge ved Martine Mosebekk Larsen, martinemlarsen@hotmail.com. Student.

Hvis du har spørsmål knyttet til Personverntjenester sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- Personverntjenester på epost (personverntjenester@sikt.no) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Hannah Juvet og Martine Mosebekk Larsen

Aud Kjæret

Prosjektansvarlig
(Forsker/veileder)

og studenter

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet Lek med Sphero, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- at mitt barn kan delta i refleksiv praksisforskning/observasjon
- at mitt barn kan delta i et anonymt spørreskjema
- at mitt barn kan delta i observasjon ved videopptak

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

(Signert av foresatt, dato)

Vedlegg 3: Meldeskjema

18.10.2022, 15:01

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

[Meldeskjema](#) / [Lek med Sphero](#) / Vurdering

Vurdering

Referansenummer	Type	Dato
516864	Standard	12.10.2022

Prosjekttittel

Lek med Sphero

Behandlingsansvarlig institusjon

Universitetet i Sørøst-Norge / Fakultet for humaniora, idrett- og utdanningsvitenskap / Institutt for pedagogikk

Prosjektansvarlig

Aud Kjæret

Student

Hannah Juvet

Prosjektperiode

17.08.2022 - 01.06.2023

Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Rettslig grunnlag

Samtykke (art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene kan starte så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det rettslige grunnlaget gjelder til 01.06.2023.

[Meldeskjema](#)

Kommentar

OM VURDERINGEN

Personverntjenester har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

Personverntjenester har nå vurdert den planlagte behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at behandlingen er lovlig, hvis den gjennomføres slik den er beskrevet i meldeskjemaet med dialog og vedlegg.

VIKTIG INFORMASJON TIL DEG

Du må lagre, sende og sikre dataene i tråd med retningslinjene til din institusjon. Dette betyr at du må bruke leverandører for spørreskjema, skylagring, videosamtale o.l. som institusjonen din har avtale med. Vi gir generelle råd rundt dette, men det er institusjonens egne retningslinjer for informasjonssikkerhet som gjelder.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 01.06.2023.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra foresatte til behandlingen av personopplysninger om barna. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte/foresatte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være foresattes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

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

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

<https://meldeskjema.no/vurdering/53284a18-8a39-458d-b56c-a0a04171be13>

1/2

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

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

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

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

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

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

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

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

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

<https://www.nsd.no/personverntjenester/fyll-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>. Du må vente på svar fra oss før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Kontaktperson hos oss: Markus Celiussen

Lykke til med prosjektet!