

Stian Ferstad

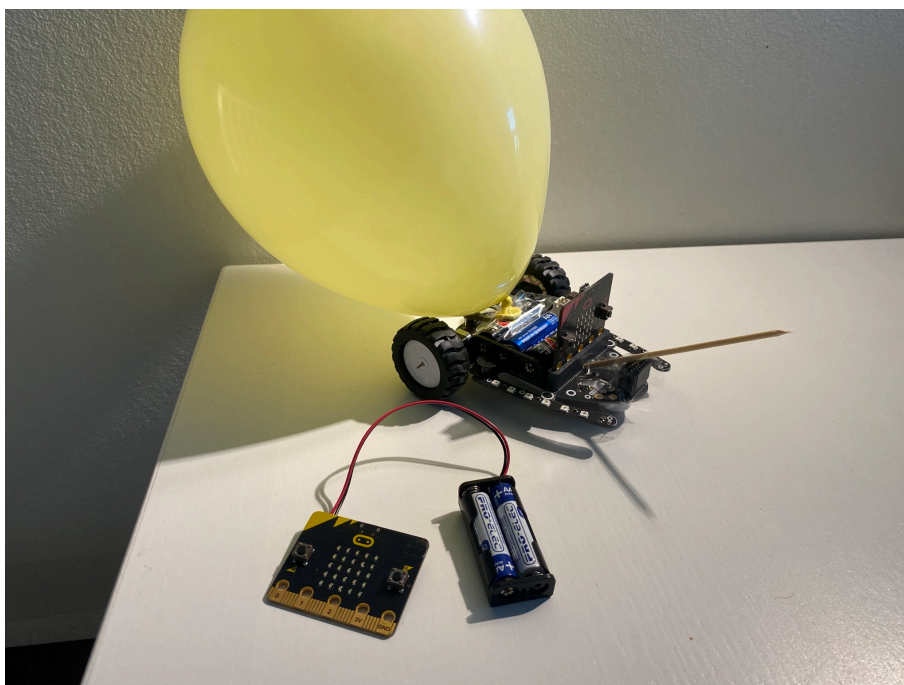
Roboter i undervisningen på ungdomstrinn

Masteroppgave i Naturfagdidaktikk

Veileder: Berit Bungum

Medveileder: Nils Kristian Rossing

Mai 2021



Stian Ferstad

Roboter i undervisningen på ungdomstrinn

Masteroppgave i Naturfagdidaktikk
Veileder: Berit Bungum
Medveileder: Nils Kristian Rossing
Mai 2021

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



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Jeg vil med denne oppgaven avslutte mine 5 studieår på NTNU i Trondheim. Dette har vært fem herlige år med mye godt samhold og mye god læring. Da jeg startet på studie var jeg veldig bevisst på å fullføre de fire årene som grunnskolelærer, og komme meg i jobb fortest mulig. Da sjansen bød seg for å gå over til master i naturfagdidaktikk ble valget enkelt. Det var vel bare å kjøre på. Jeg hadde ingen klar plan på hva jeg ville studere i masteroppgaven, men har alltid vært interessert i teknologi. Etter et møte med Skolelaboratoriet ble jeg invitert med i prosjektet deres KreTek, og fikk muligheten til å kjøre en egen studie sammen med dem.

Samarbeidet med KreTek og Skolelaboratoriet ved NTNU med Berit Bungum i spissen, har vært svært betydningsfull for mitt forskningsprosjekt. De har utviklet et forprosjekt som bygger på den detaljrikdommen som ligger i Micro:bit og anvendelsen av dette i skolen, som har satt mye av grunnlaget for mitt undervisningsopplegg. Videre har jeg kunne lånt utstyr av skolelaboratoriet, og fått mye god hjelp av et stort fagmiljø underveis. Dette har beriket mine valg, og vært svært inspirerende for min studie.

Det må nevnes at denne studien er blitt gjennomført i den verdensomspennende pandemien. I planleggingen av undervisningsopplegget ble det plutselig åpnet for at jeg kunne komme på besøk hos en skole, og det ble dermed noe brått bestemt dato for gjennomføring av opplegg. Dette har ikke påvirket studien i stor grad, men kanskje i enkelte tilfeller vært noe utfordrende at man må legge om planer på kort varsel. På en annen side har dette vært med på å styrke egen læring underveis, og gjort meg enda mer sikker på at dette er et spennende yrke jeg ønsker å bruke mye tid på.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Berit Bungum for svært gode, konstruktive tilbakemeldinger, pågangsmot, iver og entusiasme. Takk også til Nils Kristian Rossing for god teknisk hjelp, og samarbeid ved utvikling av undervisningsopplegget.

Jeg må også rette en stor takk til min fantastiske samboer Ingrid. Takk for din tålmodighet, støttende og motiverende ord, og mottaker av min frustrasjon av og til.

Trondheim mai 2021

Stian Ferstad

Sammendrag

Som en del av digitaliseringsstrategien som ble vedtatt av regjeringen tidligere, er det bestemt at programmering og algoritmisk tenkning skal innføres i den norske skolen. Ved innføring av Fagfornyelsen ble dette enda klarere da de nye kompetansemålene ble publisert. Ett av kompetansemålene innen naturfag fremstår litt åpent og uten noen klar definisjon for læreren. Derfor oppsto behovet for å utvikle et undervisningsopplegg og teste dette. Formålet med denne oppgaven har derfor vært å utvikle et godt og gjennomarbeidet undervisningsopplegg, og se på hvordan dette har blitt gjennomført ved utprøving.

Forskningsarbeidet har hatt en kvalitativ tilnærming, der videoobservasjoner fra hodekamera i klasserommet har vært den ene datakilden, mens den andre har vært et kvalitativt gruppeintervju. Forskningsdeltakerne er fra åttende årstrinn i en gjennomsnittlig norsk skole.

Resultatene peker på elementer fra elevenes faglige utbytte som i enkelte tilfeller er noe varierende. Enkelte elever viser sterk faglig forståelse, mens andre noe mindre. Motivasjonen for mestring av bygginga av roboten har vist seg å prege enkeltes faglige utvikling.

Undersøkelsen har også vist at elevenes arbeidsmåte påvirker deres evne til å utvikle gode arbeidsmåter og begreper innen algoritmisk tenkning.

Abstract

As part of the digitalization strategy of the Norwegian government, programming and algorithmic thinking is a part of the mathematics and science courses. One of the curriculum objectives in science describes the understanding of radio technology. The students should learn how to build, and understand how the concept works. This is not described by the government, therefore the need arose to develop and test a strategy for this.

The purpose of this thesis has therefore been to develop a good and well-documented teaching plan, and test it in a Norwegian school. The research had a qualitative approach, where video observations with cameras on two students' heads is the main data source. To support the video observations, I have used a qualitative group interview. The research participants are from the eighth grade in an average Norwegian school.

The results point to elements from the students' academic benefits which in some cases vary somewhat. Some students show strong academic understanding, while others somewhat less. The motivation for mastering the construction of the robot has proven to characterize individual professional development. The study has also shown that students' way of working affects their ability to develop good working methods and concepts in algorithmic thinking.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	8
1.1. Bakgrunn for studien og utvikling av undervisningsopplegget	10
2. Litteratur.....	12
2.1. Ulike kunnskapssyn i naturfagdidaktikk	12
2.2. Hvordan forstås kunnskap innen naturfagdidaktikken?	13
2.3. Naturfag som allmenndannende fag – hvorfor skal alle lære naturfag?.....	14
2.4. Utforskende undervisning.....	16
2.5. Algoritmisk tenking.....	22
2.6. Programmeringsferdigheter	24
2.7. Autentisitet.....	28
2.8. Motivasjon	28
3. Utvikling av undervisningsopplegg med Bit:bot-roboter	30
3.1. Bakgrunn for undervisningsopplegget.	30
3.2. Utvikling av undervisningsopplegget med Bit:bot-roboter	31
3.3. Beskrivelse av undervisningsopplegget	36
4. Forskningsmetode.....	40
4.1. Forskningsdeltakere.....	40
4.2. Datainnsamling	43
4.2.1. Videoobservasjon	43
4.2.2. Gruppeintervju	44
4.3. Databehandling og analyse	45
5. Resultater.....	50
5.1. Faglig forståelse	51
5.2. Teknisk mestring	52
5.3. Motivasjon	55
5.4. Programmeringsferdighet mestring.....	56
5.5. Tekniske misforståelser som får konsekvenser for fagutbyttet.....	57
6. Diskusjon og konklusjon.....	59
6.1. Hvordan kan et undervisningsopplegg om Bit:bots fremme elevers forståelse for sender og mottaker?.....	59

6.1.1.	Faglig forståelse	59
6.1.2.	Teknisk mestring.....	60
6.2.	Hvordan kan et slikt undervisningsopplegg fremme elevers engasjement og mestring for teknologi og programmering?.....	62
6.2.1.	Faglig kunnskap	62
6.2.2.	Teknisk mestring.....	63
6.2.3.	Motivasjon	64
6.2.4.	Muligheter som ligger i undervisningsopplegget.....	64
6.2.5.	Forslag til videreutvikling av undervisning med roboter.	67
6.3.	Styrker og svakheter ved studien	68
6.4.	Konklusjon.....	70
7.	Referanser.....	71
8.	Vedlegg	76
8.1.	Vedlegg 1: Google site. Beskrive innholdet	76
8.2.	Vedlegg 2: Samtykkeerklæring KreTek	80
8.3.	Vedlegg 3: Intervjuguide	85

Figurliste:

Figur 1	Trepunktdefinisjon av utforskende arbeidsmåter, hentet fra (Knain & Kolstø, 2011, s. 17).....	17
Figur 2	Utforskende arbeidsmåter framstilt syklisk og med noen viktige aspekter. Hentet fra Knain & Kolstø (2011), s. 18.....	17
Figur 3	5E-modellen, hentet fra Fiskum & Korsanger (2017).....	18
Figur 4.	Den algoritmiske tenkeren. Hentet fra (Utdanningsdirektoratet, 2019a)	23
Figur 5:	Utstyret elevene fikk utdelt.....	38
Figur 6:	Eksempel på databehandling og analysearbeidet.....	46
Figur 7	Filstruktur med hyperkoblinger	46
Figur 8	Eksempel på struktur i Excelfil for logging av observasjoner fra videofil.....	46

Tabelliste:

Tabell 1 Frihetsgrader, av (Heron, 1971), gjengitt i Knain & Kolstø (2011b), s. 29.....	20
Tabell 2: Beskrivelse av undervisningsopplegget.....	36
Tabell 3: Beskrivelse av forskningsdeltakerne	42
Tabell 4 Koder før og etter kondensering.....	47

Tekstbokser:

Tekstboks 1: Læringsmål for undervisningsøkta	33
Tekstboks 2: Elevsitat - Elevenes forståelse av radiogruppe.....	51
Tekstboks 3: Beskrivelse av observasjon fra video. Elev som søker etter løsning på internett.	52
Tekstboks 4: Læringsmål 4) Kunne bruke forskjellige radiogrupper i klassen	53
Tekstboks 5: Læringsmål 4) Kunne bruke forskjellige radiogrupper i klassen.	53
Tekstboks 6: Forslag til endringer av undervisningsøkta fra elevene.	54
Tekstboks 7: Konkrete uttalelser om motivasjon underveis i undervisningsøkta.....	55
Tekstboks 8: Kunnskapsintegrerende prosesser. Veksling mellom strukturkunnskap og systemkunnskap	56
Tekstboks 9: Elevenes forståelse av fargemenyene inne i MakeCode.....	57
Tekstboks 10: Elevenes oppfattelse av hjelp i undervisningsøkta.	57
Tekstboks 11: Elevenes forslag til endringer av undervisningsøkta.	58

1. Innledning

Verden er i stadig utvikling, og det har skjedd mye på kort tid når det gjelder teknologi i samfunnet. For å kunne delta i et høyteknologisk samfunn, stilles det mer og mer krav til forståelse for teknologiske løsninger og systemer vi omgir oss med i det daglige. Elevene som utdannes i dagens skole vil bli deltakere i en digitalisert og høyteknologisk hverdag, og det vil stilles nye krav til kompetansen til morgendagens deltakere enn det det kanskje gjorde før. Morgendagens borgere skal ta informerte valg i et demokratisk samfunn, og trenger kompetansen for å ta gode avgjørelser.

I denne oppgaven har jeg utviklet et undervisningsopplegg om roboter for ungdomstrinnet, og basert på resultatene vil jeg diskutere hvordan opplegget kan bidra til den kompetansen som behøves som allmenndannelse i et høyteknologisk samfunn.

Fra EUs rapport om endringer i det Europeiske samfunnet pekes det på de samme utviklingstrekkene som pekes på i det norske samfunnet (OECD, 2015). Dette er altså ikke bare et norsk fenomen, men et felles utviklingstrekk globalt.

I 2015 publiserte Ludvigsenutvalget en offentlig utredning (NOU 2015:8, 2015), der de peker på tiltak for endring av den norske læreplanen. Allerede i en delpublisering utgitt i 2014 (NOU 2014:7, 2014) pekes det på flere utviklingstrekk i samfunnet mot større mangfold, høyere grad av kompleksitet og hurtige endringer. «Samfunnsutviklingen omfatter kommunikasjons- og medieteknologier i rask utvikling, utfordringer med bærekraftig utvikling, demografiske endringer lokalt og globalt med etnisk, kulturelt og religiøst mangfold, urbanisering, forbruksvekst og et kunnskapsbasert og internasjonalt arbeidsliv» (NOU 2015:8, 2015, s. 8). Dette har videre blitt spesifisert i utredningen, og ble overlevert til Kunnskapsdepartementet i 2015, som startet videre arbeid med revisjonen av læreplanen.

I stortingsmelding 28, pekes det på at «ny teknologi påvirker og endrer arbeidslivet, økonomien og samfunnet vi lever i» (Meld. St. 28, 2015-2016). Det er viktig at morgendagens borgere lærer om det dagsaktuelle og moderne som gjelder for det samfunnet de er i, og ikke noe som har gått av moten, eller er utdatert. Derfor publiserte regjeringen høsten 2017 en digitaliseringsstrategi for den norske skolen. Strategien peker på at elevene skal få økt opplæring i teknologi, inkludert programmering og algoritmisk tenkning, for å møte samfunnets hurtige teknologiske utvikling (Kunnskapsdepartementet, 2017). I kjerneelementet teknologi i læreplanen, står det spesifikt at elevene skal «forstå, skape og bruke teknologi,

inkludert programmering...» (Utdanningsdirektoratet, 2019d). Med dette legges det opp til at alle elevene skal lære programmering i løpet av grunnskoleopplæringen.

Fra høsten 2020 trådte den nye læreplanen i kraft for grunnskolen. Blant de nye kompetansemålene, skal elevene nå lære å programmere, og de skal bruke programmering som verktøy i arbeid med fagstoff i de ulike fagene. Det har vært flere diskusjoner om dette skulle bli et eget fag, eller om det skulle integreres i de eksisterende fagene. Resultatet ble at matematikkfaget fikk ansvaret for den tekniske opplæringen som gjelder programmering, mens de andre fagene skulle benytte programmering som et verktøy for å lære om fenomenene i de enkelte fag.

I forbindelse med innføringen av de nye læreplanene, blir prosjektet KreTek gjennomført på skolelaboratoriet ved NTNU i Trondheim. KreTek-prosjektet er et samarbeid mellom kommune, lærere og skolelaboratoriet, som sammen utvikler undervisning som fokuserer på dybdelæring, kreativitet og programmering. Ved å inngå et samarbeid med skolelaboratoriet, fikk jeg muligheten til å utvikle et undervisningsopplegg for ungdomstrinn, og å teste dette.

Målet med denne studien er å undersøke hvordan elevenes forståelse uttrykkes etter gjennomføring av undervisningsopplegg med roboter (Bit:bots (N00b, 2020)). Oppgaven er derfor todelt, der del 1 er utviklingen av undervisningsopplegget med fokus på kompetansemålet «**utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og mottaker**» (Utdanningsdirektoratet, 2019d), og del 2 er undersøkelsen av forskningsspørsmålene. Den overordnede problemstillingen for studien er:

Roboter i undervisningen på ungdomstrinnet - Hva kan man oppnå gjennom et undervisningsopplegg om Bit:bot-roboter på ungdomstrinnet?

Forskningsspørsmål:

1. Hvordan kan et undervisningsopplegg om Bit:bots fremme elevers forståelse for sender og mottaker?
2. Hvordan kan et slikt undervisningsopplegg fremme elevers motivasjon, engasjement og mestring i teknologi og programmering?

For å besvare forskningsspørsmålene har jeg utviklet et undervisningsopplegg som jeg har testet ut og dokumentert med videoobservasjoner, og gjennomført kvalitative gruppeintervju etterpå. Data fra begge datakilder analyseres kvalitativt og resultatene diskuteres i lys av aktuell litteratur.

Strukturen i denne rapporten følger de tradisjonelle linjene. I litteraturkapitlet har jeg belyst flere sider av litteraturen som er relevante for funnene fra analysearbeidet. Dette kan med første øyekast ansees å være springende litteratur som ikke har noen slags sammenheng. Noe av litteraturen er anvendt for å belyse valg i utviklingen av undervisningsopplegget, mens annet belyser funnene fra analysen. Ettersom utviklingen av undervisningsopplegget har fått mye plass i studien, har utviklingsdelen fått et eget kapittel. Dette for å beskrive valg og bortvalg som er gjort, og samtidig kunne beskrive opplegget godt. Resultatkapitlet bygger på funnene fra analysen, og følger strukturen fra kategoriene. Drøftingskapitlet bygger på forskningsspørsmålene, og er delt inn etter kategoriene fra analysen.

1.1. Bakgrunn for studien og utvikling av undervisningsopplegget

I dette delkapitlet vil jeg redegjøre for bakgrunnen for studien, om hvilken motivasjon jeg har hatt for undersøkelsen, og hvilke forutsetninger jeg har hatt for prosjektet.

I retningslinjer for utforming av nasjonale og samiske læreplaner, står det under *om faget* hva som forventes at læreplanen skal omfavne. I teksten står det «de fastsatte kjerneelementene beskriver de mest sentrale begrepene, kunnskapsområdene, tenkemåtene, metodene og uttrykksformene i faget» (Utdanningsdirektoratet, 2018). Kjerneelementet *teknologi* forteller at «elevene skal forstå, skape og bruke teknologi, inkludert programmering og modellering, i arbeid med naturfag» (Utdanningsdirektoratet, 2020b). Det foreslås i beskrivelsen at «gjennom å bruke og skape teknologi kan elevene kombinere erfaring og faglig kunnskap med å tenke kreativt og nyskapende» (Utdanningsdirektoratet, 2020b). Dermed har Utdanningsdirektoratet fastsatt at i arbeidet med naturfaget, skal teknologien brukes, da forstått spesifikt som programmering som verktøy.

Våren 2020 publiserte Utdanningsdirektoratet nye reviderte læreplaner som skal iverksettes gradvis i tidsperioden 2020 – 2023 (Utdanningsdirektoratet, 2020a). I denne revisjonen legges det spesielt vekt på tverrfaglighet og muligheter for progresjon og videre arbeid med de enkelte læreplanmålene. I overordnet del beskrives blant annet de verdier skolen skal drives etter.

«Skolen skal la elevene utfolde skaperglede, engasjement og utforskertrang, og la dem få erfaring med å se muligheter og omsette ideer til handling» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Elevene skal videreutvikle sin egen nysgjerrighet, evnen til å stille spørsmål, og utforske og eksperimentere. Det er viktig at skolen ser på forskjellige måter å arbeide med dette, og ta hensyn til elever som er forskjellige.

«Kreative og skapende evner bidrar til å berike samfunnet. Samarbeid inspirer til nytenking og entreprenørskap, slik at nye ideer kan omsettes til handling. Elever som lærer om og gjennom skapende virksomhet, utvikler evnen til å uttrykke seg på ulike måter, og til å løse problemer og stille nye spørsmål» (Utdanningsdirektoratet, 2020c).

Ved å ha dette i mente når man legger til rette for undervisning i naturfaget, kan man gjennom samarbeid, nytenking og engasjement, skape nye ideer sammen, og la elevene uttrykke seg sammen, og dermed utdannes i samfunnet som nyskapende medborgere.

Undervisningsopplegget som fungerer som empirisk bakgrunn for denne studien er utviklet basert på informasjon og tidligere forskning gjennom NTNUs KreTek-prosjekt. Dette er et samarbeidsprosjekt mellom Trondheim kommune og NTNU, om å utvikle undervisningsdesign, vurderingspraksis og samarbeidsstrukturer for å stimulere elevers læring og skapende virksomhet i realfag gjennom digitale verktøy (Skolelaboratoriet, u.å.). Fire prosjektskoler deltar, og lærerne er aktivt med i planlegging, gjennomføring og evaluering av undervisningen. KreTek's undervisningsopplegg tar utgangspunkt i de reviderte læreplanene, og da spesielt fokus på kjerneelementet *teknologi*.

2. Litteratur

I dette kapitlet beskriver jeg mer inngående litteraturen for kunnskapssynet innen naturfagdidaktikken, utforskende undervisning, spesielt 5E-modellen, men også med frihetsgrader, peker på momenter som er viktige innen programmering og avslutter med litteratur om motivasjon. Det av litteratur som nevnes her, vil holdes opp mot resultatene i drøftingskapitlet. I denne studien har jeg brukt en del forskjellig teori, som kan virke springende og ikke ha noen direkte sammenheng. Dette er bevisste valg, fordi det er nyttig å belyse de funnene jeg presenterer i kapittel 5 fra flere forskjellige vinkler, noe som blir tatt opp i diskusjonen av resultatene i kapittel 6.

2.1. Ulike kunnskapssyn i naturfagdidaktikk

Innen naturfagdidaktikk er konstruktivismen av de mer utbredte kunnskapsteoretiske posisjonene, se blant annet Angell et.al (2011) og Quale (2007). Konstruktivismen i seg selv har blitt brutt ned i flere underkategorier, og hver underkategori har sin egen vei på hvordan man anser at den lærende tilegner seg kunnskap. Quale beskriver at «Det synes klart at enhver konstruktivisme nå baserer seg på følgende påstand: (K) Læring er en aktiv prosess: eleven vil aktivt konstruere sin egen kunnskap i løpet av den læringsprosess han/hun gjennomgår» (Quale, 2007). Det vil si at hvis en elev skal lære noe, egner det seg best at eleven er aktiv, deltakende og engasjert i det man arbeider med. I motsetning til konstruktivismen, kan man se på behaviorismen, der fokuset er på stimuli og respons. Innen behaviorismen ser man på stimuli som observerbare hendelser i omgivelsene, og respons som observerbar respons hos individet (Bråten, 2014). Den vesentlige forskjellen mellom konstruktivismen og behaviorismen er fokuset hos behaviorismen er på responsen hos individet, mens i konstruktivismen prøver man å forklare selve læringsprosessen.

I tillegg kan vi se på den sosiokulturelle teorien, som den russiske psykologen Lev Vygotsky sto for. Her er fokuset å se på læring i et fellesskap, med språket som et viktig verktøy (Postholm, 2014). Postholm beskriver læringen som «læringen starter på et sosialt plan mellom mennesker, for deretter å internaliseres eller bli en del av hvert enkelt individs lærdom» (Postholm, 2010, s. 160). Vygotsky beskrev videre at det eksisterer forskjellige utviklingsnivå. Hvert individ befinner seg på et utgangspunktsnivå som man kan forhøye ved å lære mer. *Det faktiske utviklingsnivået* er det elevene faktisk kan, og kan eksempelvis demonstrere på en prøve. Elevene kan lære litt mer, altså det som er innen rekkevidde å lære. Dette beskriver

Vygotsky som *den nærmeste utviklingssonen*, og beskriver differansen mellom det elevene kan alene, og det de kan prestere sammen med *kompetente andre* – en med høyere kompetanse enn en selv, som kan være en medelev eller en lærer (Postholm, 2014). Dette kan legge premisser for hvordan en som lærer legger opp undervisningen, og hvordan man planlegger og legger til rette for gruppearbeid i undervisningen.

Jeg finner meg selv og min forståelse av kunnskap som konstruktivistisk. Dette innebærer at min forståelse for hvordan andre mennesker lærer og erfarer, bygger på prinsippet om at mennesket konstruerer sin egen kunnskap gjennom aktivitet og subjektive prosesser som resulterer i læring (Nilssen, 2012).

2.2. Hvordan forstås kunnskap innen naturfagdidaktikken?

Kunnskap kan deles i ulike nivåer, og plasseres i et klassifikasjonssystem. Jeg viser til Blooms taksonomi, gjengitt i Postholm (2014, s. 154), som beskriver dette systemet med seks nivåer: 1) Kunnskap, 2) Forståelse, 3) Anvendelse, 4) Analyse, 5) Syntese, og 6) Vurdering/evaluering

Det første nivået handler om å kunne gjengi kunnskap uten nødvendigvis å forstå. Det andre nivået handler om å forstå det som er blitt kommunisert, uten nødvendigvis å relatere det til noe annet. Det tredje nivået handler om å anvende kunnskap for å løse et problem. Det fjerde nivået handler om å analysere, og dermed bryte opp informasjon for så å skape noe nytt ved å kombinere disse ulike delene, noe som skjer i nivå fem. Det sjette og høyeste nivået innebærer at eleven vurderer verdien av materiale og metode ut fra hvor anvendelig det er i en viss situasjon (Postholm, 2014, s. 154-155).

Ut fra de nivåene som er beskrevet av Bloom, gjengitt i Postholm, ser vi at kunnskap kan forstås forskjellig. Dette kan sees opp kunnskapssynet presentert av Vygotsky, der man ser på læring mot den nærmeste utviklingssonen. Sammenlignet med Bloom, kan man se på læring på samme måte, der man ønsker at elevene skal høyne hvilken sone de er i, og jobbe seg opp i utviklingssonen. Dermed kan Blooms taksonomier og Vygotskys utviklingsmodeller sees på i sammenheng.

Med disse beskrivelsene av hva kunnskap er og hvordan jeg har definert det fra et naturfaglig ståsted, ser jeg her videre på hvorfor alle bør lære naturfag.

2.3. Naturfag som allmenndannende fag – hvorfor skal alle lære naturfag?

Sjøberg (2009) beskriver naturfaget som allmenndannende, ikke bare noe eksklusivt som fremtidige naturvitere trenger å kunne noe om. Sjøberg beskriver videre fire argumenter for hvorfor naturfaget har en viktig plass i den norske skolen:

1. *Økonomiargumentet*: Naturfag som lønnsom forberedelse til yrke og utdanning i et høyteknologisk og vitenskapsbasert samfunn.
2. *Nytteargumentet*: Naturfag for praktisk mestring av dagliglivet i et moderne samfunn.
3. *Demokratiargumentet*: Naturvitenskapelig kunnskap er viktig for informert meningsdannelse og ansvarlig deltakelse i demokratiet.
4. *Kulturargumentet*: Naturvitenskapen er en viktig del av menneskets kultur.

I argumentasjonen under er alt hentet fra Sjøberg (2009), og utdrag fra hans mer inngående beskrivelse av de fire argumentene.

Økonomiargumentet tufter på at hverdagen blir mer og mer digital og preget av høyteknologiske løsninger rundt oss. Morgendagens borgere vil ikke bare være konsumenter av teknologien, men også produsenter – og det er her det økonomiske aspektet kommer inn. Næringslivet trenger arbeidere som forstår, utvikler og vedlikeholder de høyteknologiske dingsene vi omgir oss med. Det kan være en enkelt tankerekke og forestille seg elever på ungdomstrinn for tjue år siden, som knapt skjønnte hva datamaskin var, mot dagens ungdomsskoleelever som ser på en skjerm fra de våkner til de sovner, hver eneste dag, noe som glir godt over til nytteargumentet.

Nytteargumentet bygger på at borgerne i et samfunn skal kunne leve i, og anvende de teknologiske hjelpemidlene vi omgir oss med i hverdagen. Vi ferdes i et moderne, teknologisk samfunn, der dagliglivet preges av teknologiske innretninger. Man kan naturlig nok spørre seg om man ikke kan leve i et slikt samfunn uten å ha teknisk innsikt, og svaret gir seg nok selv – jo, det kan man. Det kreves ingen teknisk kompetansebevis for å mestre å bruke mobiltelefonen, eller å koble seg til internett med egen datamaskin. Derimot kan det skje at den hverdagslige følelsen av tilhørighet i et samfunn der man mestrer bruken av de innretningene vi omgir oss med. Igjen kan det være interessant å kjøre samme tankeeksperiment som ovenfor, der ungdomsskoleelever for tjue år siden hadde mye mer fokus på å lære om de naturfaglige fenomenene bak teknologiske innretningene, mens dagens elever ofte innehar egen

mobiltelefon lenge før det er relevant å se på halvlederteknologien eller bølgefysikken som ligger bak funksjonene inne i mobiltelefonen.

Sett opp mot verdiene man skal lære fra skolens perspektiv, skal «elevene videreutvikle sin egen nysgjerrighet, evnen til å stille spørsmål, og utforske og eksperimentere» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). For å møte dette, trenger elevene å arbeide kreativt, omsette idéer til handling, og kjenne på skaperleden. Videre skal elevene «utvikle egenskaper som gjør dem klare til å delta i samfunnet med respekt, toleranse og åpenhet for andres meninger enn ens egen» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Dette krever at elevene møter oppgaver og arbeidsmåter som åpner for kreative tankeprosesser, lar elevene prøve ut sine idéer og arbeidsmåter, samt lære at andre finner bedre og lettere metoder og løse oppgaver, som igjen fører til at elevene utvikler sine samarbeidsevner. Likeledes er det viktig at elevene ikke bare utvikler kompetanse i digitale ferdigheter som gjør at morgendagens borgere ikke bare blir konsumenter, men også produsenter av ny og moderne teknologi. Med dette argumentet forstår jeg det slik at elevene ikke bare skal kunne låse opp mobiltelefonen og bruke den for å sende en snap eller SMS, men ha litt mer inngående kjennskap til teknologien som ligger bak, og kjenne til de konseptene som til sammen utgjør mobiltelefonen.

Demokratiargumentet handler om at naturfaglig kompetanse er en nødvendig ballast for folk flest for at demokratiet skal fungere. Det finnes mange forskjellige typer demokrati, men det man kan trekke frem i et velfungerende demokrati, er at borgerne er selvstendige aktører som ikke lar seg manipulere. Det er også viktig at befolkningen i et demokrati har mulighet til å påvirke sin egen situasjon, og da er det nødvendig at man forstår situasjonen. Sjøberg trekker frem at dersom man skal ta stilling til politiske debatter og diskusjoner, blir de tre sidene av allmenndannelsen viktig:

- 1) Vi må beherske en den grunnleggende begreper, lover og teorier for å følge med på diskusjonen,
- 2) Vi må kjenne litt til vitenskapens metoder og prosesser for å kunne vurdere om argumentasjonen virker gyldig og troverdig, eller om viktige data blir undervurdert,
- 3) Vi må vite litt om vitenskapens og teknologiens forhold til samfunnet for å kunne gjennomskue skjulte allianser, se mulige interessekonflikter, vurdere troverdighet osv.» (Sjøberg, 2009, s. 197)

Av de nevnte argumentene ovenfor ser vi at det er nyttig at elevene lærer om naturvitenskapen som fenomen og som forklaring på svært mye av det de møter i hverdagen.

Kulturargumentet bygger på at naturvitenskapen er et av menneskehetens viktigste kulturprodukter. Naturvitenskapens tanker er knyttet til filosofien og til kunsten opp gjennom historien. Man kan også se på naturvitenskapen som en egen kultur som skal læres, og som i sum gir en felles virkelighetsforståelse.

2.4. Utforskende undervisning

Utforskende undervisning er et vidt begrep som det ikke finnes en entydig definisjon av, eller en enkel måte å beskrive. Det er naturlig å trekke linjer til flere engelske begreper, som «Inquiry Based Learning (IBL)», «Inquiry Based Teaching (IBT)», «Inquiry Based Education (IBE)», «Inquiry Based Science Teaching (IBST)», og «Inquiry Based Science Education (IBSE)». Anderson (2002) beskriver «scientific Inquiry» som ulike måter naturvitere studerer verden på, «Inquiry Learning» som en aktiv læringsprosess der elevene er engasjerte og aktive, og «Inquiry Teaching» som didaktikken lærerne bruker for å engasjere elevene i en slik type aktivitet. Knain og Kolstø (2011b) bemerker også at det ikke er en enkel definisjon av det norske begrepet utforskende undervisning, men at det fins flere engelske begreper, som hver for seg har forskjellige retninger (som beskrevet over), men at de til sammen beskriver begrepet utforskende undervisning. De ser også på utforskende arbeidsmåter som en underkategori av utforskende undervisning, der de peker på arbeidsmåter som de didaktiske valgene man gjør i undervisningen, og hvordan man planlegger og gjennomfører undervisningen. De skriver videre at «uttrykket utforskende arbeidsmåter er derfor mer en betegnelse på en fagdidaktisk tradisjon» (Knain & Kolstø, 2011b, s. 15). Knain og Kolstø skriver videre om tradisjonen innen LK06, der ett av hovedområdene var «Forskerspiren» (Utdanningsdirektoratet, 2006).

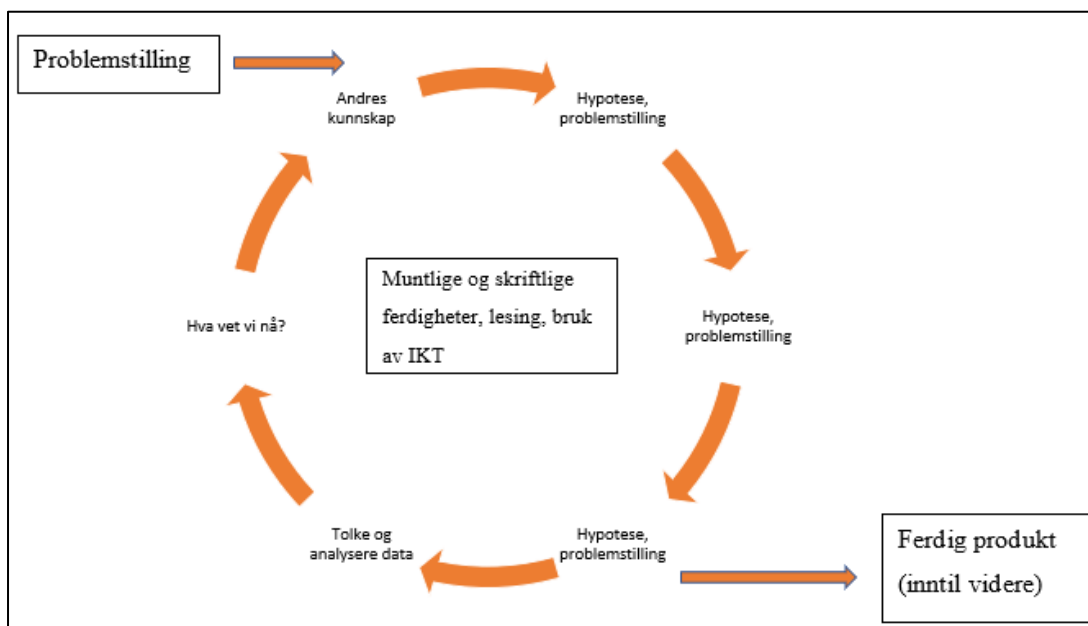
Forskerspiren. I naturfagundervisningen framstår naturvitenskapen både som et produkt som viser den kunnskapen vi har i dag, og som prosesser som dreier seg om hvordan naturvitenskapelig eksperimentering, systematiske observasjoner, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling. Forskerspiren skal ivareta disse dimensjonene i opplæringen og integreres i de andre hovedområdene (Utdanningsdirektoratet, 2006).

Knain og Kolstø (2011b) beskriver en trepunktmodell, gjengitt i Figur 1, som består av tre sentrale kjennetegn som oppsummerer utforskende arbeidsmåter, som tar utgangspunkt i hovedområdet forskerspiren fra læreplanen:

1. **Spørsmålsformulering:** Arbeidet bygger på et spørsmål formulert innledningsvis.
2. **Datainnsamling:** Elevene samler inn og bruker data og informasjon til å utvikle, etterprøve og velge mellom mulige svar.
3. **Kunnskapsbygging:** Elevene arbeider med å innhente, vurdere og videreutvikle kunnskap i en utforskende prosess.

Figur 1 Trepunktdefinisjon av utforskende arbeidsmåter, hentet fra (Knain & Kolstø, 2011, s. 17)

Lest av Figur 1, ser vi det første punktet i trepunktdefinisjonen, viser at man starter med et spørsmål, som videre påvirker hvilken teori som undersøkes for å få svar på spørsmålet. Det andre punktet handler om å innhente data som brukes til å undersøke, teste og velge mellom mulige forklaringshypoteser eller svar. Datamaterialet må nødvendigvis ikke fremskaffes selv, man kan benytte data som allerede er samlet inn – noe som blir påvirket av spørsmålet man stiller, eller hvilken vinkling man har på hypotesene man tester. Det tredje punktet etterstreber at elevene skal ha et bevisst forhold til egne forsøksvise svar og egen forståelse av teori som *hypoteser* (Knain & Kolstø, 2011, s. 16).

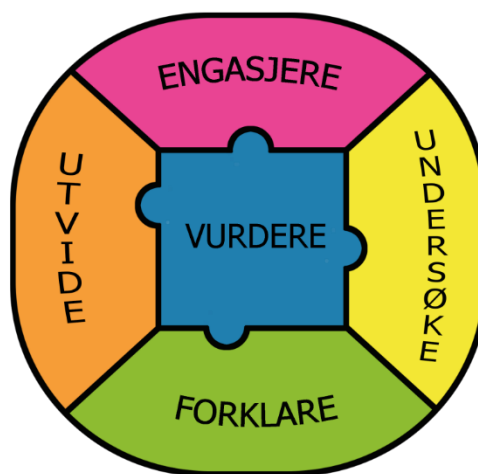


Figur 2 Utforskende arbeidsmåter framstilt syklisk og med noen viktige aspekter. Hentet fra Knain & Kolstø (2011), s. 18

Ved å lese Figur 1 vil man kanskje oppfatte utforskende arbeidsmåter som en rettlinjert prosess, som har en tydelig begynnelse, gjør et stykke arbeid i midten, og avslutter når oppgavene mellom er fullført. Det er derimot mer hensiktsmessig å tolke utforskende arbeidsmåter som en syklisk prosess, der man starter med en problemstilling, og går flere runder gjennom stoffet, og ser fra andre vinkler, før man kan avslutte og trekke konklusjoner. Dette er gjenspeilet i Figur 2, som peker på det sykliske aspektet ved utforskende arbeidsmåter.

5E-modellen

5E-modellen ble utviklet på 1980-tallet av *Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)* (Bybee et al., 2006), og består av fem faser som på engelsk starter med bokstaven E - Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration og Evaluation. Fiskum og Korsanger (2017) ved Naturfagssentret har oversatt begrepene til norsk, og har brukt følgende begreper: Engasjere, undersøke, forklare, utvide og vurdere. Disse begrepene er satt sammen til en illustrasjon, som viser sammenhengen mellom prosessene, og at prosessene er avhengige av hverandre:



Figur 3 5E-modellen, hentet fra Fiskum & Korsanger (2017)

Engasjere: Interesse og motivasjon er viktige faktorer for læringsutbytte. Denne fasen regnes som svært sentral, da den skal vekke elevenes oppmerksomhet og interesse for undervisninga, samt at læreren kan bruke denne fasen til å kartlegge elevenes forkunnskaper, og skape et læringsbehov hos elevene.

Undersøke: Dersom elevene får arbeide undersøkende, øker eierskapet til fagstoffet som læres og det kan virke mer motiverende og gi økt forståelse. I denne fasen skal elevene undersøke en

problemstilling praktisk eller teoretisk. De skal kunne samle data og innhente informasjon som kan besvare problemstillingen eller hypotesen de har stilt.

Forklare: I denne fasen får elevene mulighet til å kommunisere kunnskapen gjennom forklaring av faglige fenomener. Ved å diskutere sine egne oppdagelser eller funn fra undersøkelsesfasen, økes eierskapet og motivasjonen til kunnskapen og det faglige fenomenet.

Utvide: Fasen skal gi elevene mulighet til å utdype og utvide kunnskapen innen et gitt tema. Det vil i utgangspunktet si å bygge videre på kunnskap eleven allerede har. Dette kan være mer inngående detaljer, mer avanserte og komplekse sammenhenger, eller å bruke flere fagord og begreper. Utvidedefasen er viktig for at elevene skal kunne få en oversikt over fagområdet eller temaet.

Vurdere: Vurderingsfasen skal forstås som underveisvurdering og sluttvurdering, og skal dermed inngå i alle faser av undervisningen. Vurderingen bør være kontinuerlig, og inkludere elev-elev-vurdering, lærer-elev-vurdering, og egenvurdering.

Knutsen argumenterer for hvorfor vi bør legge til rette for utforskende arbeidsmåter i naturfaget:

«All undervisning bør, uavhengig av arbeidsmåter biologilæreren legger opp til, søke å utvikle elevene til å bli *selvstendige lærende*, som aktivt søker å *forstå* komplisert stoff, og er forberedt på å *overføre* det de har lært til nye problemer og sammenhenger» (Knutsen, 2015, s. 94)

Med en slik påstand som Knutsen presenterer her, svarer 5E-modellen svært godt til formålet med å gjennomføre utforskende undervisning. Ved å starte med å engasjere elevene, og kartlegge deres forkunnskaper, legges det både opp til at elevene er ivrige og engasjerte i arbeidet, og samtidig at man kan jobbe ut fra deres nivå. Samtidig ved å legge opp til at de får muligheten til å bli selvstendige lærende, legger man opp til at elevene kan utvikle gode arbeidsmåter, og samtidig klare å omstille disse arbeidsmåtene i nye situasjoner. Og avslutningsvis ved forberede elevene på å overføre kunnskapen til nye situasjoner og problemer, vil det styrke evnen til å løse problemer i deler, noe som svarer svært godt til tanken om å lære å løse oppgaver med programmering.

Frihetsgrader

Tradisjonelt er mange av aktivitetene i klasserom rundt om styrt av læreren. Både problem, hypoteser, fremgangsmåter og resultater er gitt av læreren, og det er få avgjørelser som faller på elevene. Dette blir som å bake en kake, hvis du gjør nøyaktig det som står – blir resultatet bra! En mulig konsekvens med såkalt kokebokforsøk er at elevene kan oppfatte resultatet som «det riktige» (Marion, 2015, s. 120). For å dreie aktivitetene i klasserommet mot en mer åpen, utforskende måte og arbeide etter, er læreren nødt til å legge mer avgjørelser hos elevene. Gevinsten med en slik dreining er mer læring om prosessen, som igjen svarer til formålet med faget og de naturvitenskapelige tenkemåtene. Elevene må lære å arbeide slik gradvis, og bør forvente at kompleksiteten øker med årstrinnene i grunnskolen. Naturligvis er ikke hensikten å skyve alt ansvar over på elevene og la de arbeide fritt, men heller å la de utarbeide egne problemstillinger, la de utarbeide egne hypoteser, la de samle eget datamateriale, og la de produsere egne resultater. Man ønsker heller å justere graden av frihet alt etter hvilken type aktivitet det dreier seg om, og alt etter hensikten med aktiviteten. En tradisjonell måte å kategorisere frihetsgrader på, er å sette dem i en tabell, se Tabell 1 som viser hvilke momenter av undervisningen som er gitt av læreren, og hvilke momenter som eleven skal oppdage eller avgjøre selv.

Frihetsgrader	Problem	Metode	Resultat
0	Gitt	Gitt	Gitt
1	Gitt	Gitt	Elev
2	Gitt	Elev	Elev
3	Elev	Elev	Elev

Tabell 1 Frihetsgrader, av (Heron, 1971), gjengitt i Knain & Kolstø (2011b), s. 29

Tanken bak en slik klassifisering av frihetsgrader er at desto flere beslutninger eleven må ta, desto «åpnere» blir oppgaven. Det kan virke som målet med aktiviteter i klasserommet er å benytte frihetsgrad 3 til enhver tid. Ved å la elevene arbeide fritt hele tiden, og ikke ha noe slags styring fra læreren, påpeker van Marion (2015) at ved å ikke strukturere og ha rammer på undervisningen, vises klar sammenheng mellom lave prestasjoner og sterk vektlegging av elevenes utforskning av egne ideer, spesielt iht. PISA-undersøkelsen i 2006. Det anbefales heller at læreren veksler mellom faser av relativt mye styring, og faser hvor elevene får styre mest mulig. «For at læringsutbyttet skal være størst mulig kan ikke elevene overlates til seg selv» (Marion, 2015, s. 123).

Ved å sammenfatte en tydelig ramme, god struktur på undervisninga, og en plan om at elevene skal ta ansvar for egen læring og oppdagelse, vil man gjennom 5E-modellen og en vurdering av hvor stor grad av frihet elevene skal få i undervisningsøkta, vil læreren oppnå det som ofte klassifiseres som utforskende arbeidsmåter. I læreplan fra 2006 ble dette kalt nysgjerrigper-metoden (Utdanningsdirektoratet, 2006). Arbeidsmetoden er særlig beregnet på barnetrinnet, men fungerer også på høyere årstrinn. Det pekes på at nysgjerrigper-metoden er en forenkling av en hypotetisk-deduktiv metode, der man tar utgangspunkt i en hypotese, og trekker slutninger fra hypotesen (Alnes, 2017). En av ideene bak denne metoden er at data skal kunne sammenlignes med hypotesen og eventuelt føre til at hypotesen forkastes (Knain & Kolstø, 2011b). Videre peker Knain & Kolstø på at dersom elevene erfarer å dele sitt arbeid med andre, og kommentere og gi vurderinger til hverandres resultater, inkluderes de sosiale prosessene i utforskende arbeid i naturfaget, og man kan blant annet oppnå: 1) gjennom refleksjon i slike kollektive vurderingsprosesser kan elevene danne seg et riktigere bilde av naturvitenskapelig metode, og 2) gjennom å gi og få tilbakemeldinger og delta i diskusjoner om kvalitet, kan elevenes egne hypoteser og begrepsforståelse utvikles (Knain & Kolstø, 2011b, s. 35).

2.5. Algoritmisk tenking

Innen matematikken har algoritmer tredd frem som et utbredt begrep. Mange kan relatere til multiplikasjonsalgoritmen, eller divisjonsalgoritmen eller andre lignende prosedyrer man har pugget for å gjenta samme prosedyre flere ganger. På samme måte er det innen programmeringen også. En algoritme defineres som en «fullstendig og nøyaktig beskrivelse av fremgangsmåten for løsning av en beregningsoppgave eller annen oppgave» (Hovde & Grønmo, 2020). Fordelen med å la datamaskiner gjennomføre beregningsoppgaver, er at de løser algoritmer mye raskere enn oss mennesker. For øvrig kreves liten eller ingen vurdering av skjønn for å gjennomføre en algoritme, derimot kan det være en ganske krevende tankeprosess å utvikle en algoritme (Hovde & Grønmo, 2020; Sanne et al., 2016).

Fra læreplanen i matematikk, under kjerneelementet utforskning og problemløsning, ser man en beskrivelse av hvordan Utdanningsdirektoratet forstår algoritmisk tenkning. Videre skriver direktoratet at «Algoritmisk tenkning er viktig i prosessen med å utvikle strategier og fremgangsmåter for å løse problemer, og innebærer å bryte ned et problem i delproblem som løses systematisk» (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Dette legger opp til at elevene skal lære å bryte ned problemet i mindre, løsbare enkeltproblemer, som til sammen løser det store problemet. Algoritmisk tenkning stammer fra det engelske begrepet «computational thinking», og forstås som databehandling, modellering og bruk av datamaskiner generelt. Futschek (2006, s. 160) definerer algoritmisk tenkning med seks ferdigheter som knytter sammen ferdigheten å utarbeide og forstå algoritmer:

- 1) Evnen til å analysere gitte problemer.
- 2) Evnen til å spesifisere et problem.
- 3) Evnen til å finne de grunnleggende handlingene som er tilstrekkelige for det gitte problemet.
- 4) Evnen til å konstruere en riktig algoritme for et gitt problem med de gitte grunnleggende handlingene.
- 5) Evnen til å tenke på alle normale og spesielle tilfeller av et problem.
- 6) Evnen til å forbedre effektiviteten til en algoritme.

(Futschek, 2006, s. 160, min oversettelse)

Ved å trene elevene på disse ferdighetene, utvikles evnen til å utvikle egne algoritmer, som igjen brukes for å løse enkle og komplekse problemer. Å trene på disse ferdighetene kan være komplekst, men Futschek (2006) anbefaler at man løser mange enkeltproblemer, og lærer å løse mer og mer komplekse problemer. Barr og Stephenson (2011, s. 52) har en oversikt over

sentrale sider av «computational thinking», som utgjør datasamling, dataanalyse, datarepresentasjon, dekomposisjon av problemet, abstraksjon, algoritmer og prosedyrer, automatisering, parallellisering og simulering. Videre presenterer de forslag til hvordan disse sidene kan komme til uttrykk i flere fagdisipliner. Wing (2014) har også gitt en definisjon av algoritmisk tenking: «Computational thinking er tankeprosessen som inngår i å formulere et problem og uttrykke dets løsning(er) på en slik måte at et menneske eller en datamaskin kan utføre beregningen effektivt» (Wing, 2014, min oversettelse). Det kan se ut som Utdanningsdirektoratet har brukt denne definisjonen i utarbeidelsen av Fagfornyelsen. Utdanningsdirektoratet skriver:

Å tenke algoritmisk er å vurdere hvilke steg som skal til for å løse et problem, og å kunne bruke sin teknologiske kompetanse for å få en datamaskin til å løse (deler av) problemet. I dette ligger også en forståelse av hva slags problemer/oppgaver som kan løses med teknologi og hva som bør overlates til mennesker. (Utdanningsdirektoratet, 2019a)



Figur 4. Den algoritmiske tenkeren. Hentet fra (Utdanningsdirektoratet, 2019a)

Figur 4 gjengir noen viktige begreper og arbeidsmåter som er typiske for den algoritmiske tenkeren.

2.6. Programmeringsferdigheter

Hva er programmering?

Programmering defineres som «utforming av et dataprogram som avgjør hvordan en datamaskin, en robot, en mobiltelefon (...) skal fungere mens programmet er aktivt eller kjører» (Rossen, 2019). Sanne et.al definerer programmering på denne måten; «Programmering vil si å bryte et gitt problem ned i et sett av kommandoer og så få en datamaskin til å utføre disse kommandoene» (Sanne et al., 2016, s. 18). Disse kommandoene kan skrives i forskjellige programmeringsspråk. Disse opererer noe ulikt, noe som kan sette begrensinger for veksling mellom dem. Det aller enkleste er såkalt blokk-programmering. Det finnes forskjellige språk innen blokk-programmeringen også, men den store fordelen med dette, er at man trekker blokker med ferdig lagd kode inn i programmeringsfeltet, og programmet setter disse blokkene sammen til en fullverdig kode. Fordelen med dette er at det er svært enkelt og ta i bruk, og det trengs lite opplæring før man kan sette i gang. Ulempen med blokk-programmering er at det ikke er egnet for store, tunge beregninger, og er derfor ikke vanlig å bruke blant de som arbeider med dette. Språk som kjører blokker kan være Scratch, Blockuino eller MakeCode. Språket er laget på en slik måte at barn helt ned i barnehagen kan benytte dette språket. Av mer avansert språk kan Python og C++ nevnes som mer tekstbaserte språk, som krever en streng syntaks, og er mer egnet for tyngre beregninger og avanserte operasjoner.

Å kunne programmere kan på mange måter fremstilles som en ferdighet som på lik linje som å kunne lese og skrive, må trenes. Derfor blir det i mange sammenhenger sett på forskjellen på å lære et fag kontra å lære å programmere. Taub, Armoni, Bagno og Ben-Ari (2015) har sett på hvilke kunnskapsintegrerende prosesser som trenes når elever på videregående trinn arbeider med programmering. Det de så etter var å fremkalle ideer, legge til nye ideer, utvikle kriterier og å finne ut og reflektere. De identifiserer fire områder inne programmering som de mener fremmer kunnskapsintegrerende prosesser – og i det lengre løp, bidrar til konseptuell læring innen fysikkfaget (Taub et al., 2015, s. 20-21):

1. **Strukturkunnskap** handler om programmets struktur og å definere objekter som variabler og objekter som beskriver fysiske egenskaper. For at elevene skal kunne benytte denne kunnskapen må de hente frem kunnskap de allerede har fra fysikken for å lage nyttige navn og de korrekte egenskapene til objektene.

2. **Prosedyrekunnskap** handler om de underliggende strukturene i programmet som utgjør simuleringen og gir den liv. Dette gjelder både input og output, kontrollstrukturer, løkker og variabler. Elevene må igjen hente frem fysikkunnskapen om fenomenet, for å gi de riktige fysiske egenskapene til simuleringen – og kanskje må elevene innhente ny kunnskap for å kjøre korrekt simulering av fenomenet.
3. **Systemkunnskap** ser på hele systemet simulering, der elevene ser på de enkelte objektene og hvordan objektene beveger seg i forhold til hverandre. Elevene må hente frem tidligere kunnskap, innhente ny kunnskap, og sette den sammen med observasjonene, for å kunne si noe om simuleringen utføres korrekt, eller om den må endres.
4. **Iverksettelse** kalles området der elevene kjører simuleringen, og ser på helheten, og elevene må sette sammen alle de fire kunnskapsintegrerende områdene. I dette området settes kunnskapen hos elevene på prøve, da de må vurdere om simuleringen kjøres i henhold til gjeldende fysiske lover, og om programmet er korrekt. Dette skaper også en god arena for elevene å reflektere over mulige feilkilder, og se etter andre måter å løse programmet på.

Taub et.al. ser her på fire områder der de kunnskapsintegrerende prosessene kommer til syne, og dermed læring forekommer. De mener da at læring forekommer, og anser programmering som mer enn et digitalt verktøy – men heller en måte elevene kan uttrykke seg på, og oppleve simulering av fysiske fenomener i undervisningen.

Når det gjelder de mer konkrete ferdighetene elevene skal mestre innen programmering, sees disse best i læreplanen for matematikk. Som hovedområde i matematikkfaget skal elevene «kunne bruke programmering til å utforske og løse matematiske problemer» (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Allerede etter 6. årstrinn står det spesifikt at elevene skal kunne «bruke variabler, løkker, vilkår, og funksjoner i programmering til å utforske geometriske figurer og mønstre» (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Etter 7. årstrinn skal elevene kunne «bruke programmering til å utforske data i tabeller og datasett», etter 8.trinn skal elevene kunne «utforske hvordan algoritmer kan skapes, testes og forbedres ved hjelp av programmering», etter 9. årstrinn skal elevene kunne «simulere utfall i tilfeldige forsøk og beregne sannsynligheten for at noe skal inntreffe, ved å bruke programmering», mens etter 10. årstrinn skal elevene kunne «utforske matematiske egenskaper og sammenhenger ved å bruke programmering» (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Dette viser at de konkrete ferdighetene elevene skal lære om, er variabler, løkker, vilkår og funksjoner. Desto eldre elevene blir, jo mer

avanserte blir disse ferdighetene. Dermed vil det anses som nødvendige ferdigheter at elevene mestrer de nevnte ferdighetene godt, og har en god grunnkompetanse i disse og kan anvende disse i ukjente situasjoner.

Hvorfor programmering i skolen?

Den frivillige bevegelsen **Lær Kidsa Koding** arbeider for at barn og unge skal lære å forstå og beherske sin egen rolle i det digitale samfunnet (LærKidsaKoding, u.å.-d). De påvirker gjennom sine oppgaver og meninger om innføring av programmering i skolen, og arrangerer blant annet kodetimen (LærKidsaKoding, u.å.-b). De mener at informatikk er et allmenndannende fag på lik linje med matematikk og naturfag. Ved å lære om programmeringsspråk og datamaskiner blir man i stand til å ta kontroll over teknologien, og bruke den fullt ut – det fremstår ikke bare som noe mystisk som utfører en rekke oppgaver helt uten videre. Elevene bør også lære om hvor all informasjonen vi omgir oss med til daglig, lagres og kan hentes med få tastetrykk. Videre brukes modellering av virkeligheten som et viktig argument, og viser til blant annet meteorologene som spår været, eller arkitekter som tegner hus (LærKidsaKoding, u.å.-d).

Innføring av programmering kan virke krevende, da faget ikke har like lange tradisjoner som skolefag som for eksempel naturfag eller matematikk. Bevegelsen Lær Kida Koding (u.å.-a) bruker følgende seks argumenter for innføring av programmering i skolen:

- **Programmering er nyttig.** Programmeringsverktøy har lengre rekkevidde enn papir og blyant. Ved å inneha evner innen programmering, vil eleven ha mulighet til å beherske datamaskinen og til å uttrykke seg med digitale medier.
- **Systematisk tenking og kreativ problemløsning.** Elevene må forstå problemstillingen og evne å dele denne i mindre deler, for å kunne formulere presist de kommandoer datamaskinen skal løse. Dermed gir programmeringen trening i systematisk forståelse og har høy overføringsverdi til andre områder.
- **Fullføring av arbeid.** Det å skrive et program krever målrettet innsats, og det er ytterst sjeldent at det fungerer på første forsøk. Det krever mange runder med testing og forbedring, og arbeid med programmering hjelper elevene med å utvikle gode arbeidsmetodikk de kan ha stor nytte av i arbeidslivet.

- **Motiverende aktivitet.** Det fremstår som svært motiverende å kunne vise frem et program elevene har laget selv, og som fungerer. I arbeid med programmering får elevene umiddelbar tilbakemelding om programmet fungerer eller ikke, og dermed en rask forståelse om de lykkes eller ei.
- **Utvikle interesser og talent.** For de elevene som mestrer programmering og finner dette interessant, finnes svært mye tilgjengelig på nett, noe som kan være med å dyrke talenter som ønsker å ta dette videre, og utvikle god kompetanse på feltet.
- **Det digitale samfunnet.** Hittil har informasjonsteknologien gitt fantastiske muligheter i samfunnet, og mange muligheter er fortsatt ikke oppdaget. Vi trenger nye programmerere i samfunnet, som kan bidra på dette feltet.

Denne argumentasjonen kan man også finne igjen hos Bergem et.al (2014), som har studert teknologi som fagområde innen matematikk og naturfag, men som anbefaler gjennom andre studier at fagfeltet bør få større plass i skolen, og dermed innføres som eget kunnskapsområde i skolen. Ferdigheter som retter seg mot problemløsning og analytisk og logisk tenking, refereres ofte til det engelske begrepet «computational thinking» - som oftest oversettes til «algoritmisk tenkning». I sum blir disse ofte kalt «det 21. århundrets ferdigheter» (Bocconi et al., 2018). For å spisse dette enda mer, ser jeg videre på det konkrete kompetansemålet som står i læreplanen LK20, som jeg har brukt som grunnlag for utviklingen av undervisningsopplegget.

2.7. Autentisitet

Knain og Kolstø (2011a) definerer autentisitet som «bruk av begreper, tenkemåter og sjangre på en måte som er autentisk, eller likner på bruken i en bestemt faglig tradisjon eller hverdagslig sammenheng» (Knain & Kolstø, 2011a, s. 257). Innen naturfaget kan dette forstås som at det er naturvitenskapelig autentisitet man ønsker å oppnå. Dette kan gjenkjennes gjennom forklaringene Utdanningsdirektoratet har definert naturfagets relevans, der de sier at «når elevene tar i bruk naturfaglig språk og naturfaglige metoder, praksiser og tenkemåter i arbeid med faglige emner, vil de få grunnlag for å forstå hvordan naturfaglig kunnskap brukes og utvikles» (Utdanningsdirektoratet, 2019d, "Fagets relevans"). Man kan da videre se på valgene som gjøres ved undervisning i naturfag, og knytte de relevante fagbegreper og konsepter inn i undervisningen, slik at dette også blir naturlig for elevene. Denne bruken er også med på å støtte opp under forklaringen til Sjøberg (2009) fra kapittel 3.4 om naturfaget som allmenndannelse. Anker-Hansen og Andréé (2019) peker på autentisitet som aktiviteter eller gjøremål som oppleves som meningsfulle, noe som igjen gjør at elevene ønsker å gripe an på oppgavene.

Knain og Kolstø (2011a) skriver om tre forskjellige former for autentisitet: 1) elevsentrert autentisitet, 2) faglig autentisitet, og 3) autentisitet som er knyttet til lærestoffet og metodene utenfor skolen. De peker videre på at det beste er et dynamisk samspill mellom disse tre. Den elevsentrerte legger vekt på at undervisninga er autentisk sett bør være i tråd med elevenes forklaringer og deres forestillinger. Den faglige forteller at undervisningen bør følge fagets tradisjoner, mens den tredje indikerer at undervisningen autentisk sett skal inneholde elementer utenfor skolen. Knain og Kolstø (2011a) anbefaler videre at ved å inkludere deler av undervisninga på nivå tre, vil det føre til at autentiske problemstillinger gjerne fører til naturfagsstoffet også må kobles til kunnskap fra andre fag.

2.8. Motivasjon

Motivasjon brukes ofte som en samlebetegnelse for de faktorene som setter i gang og som styrer atferden hos mennesker og dyr (Kennair, 2020). «Motivasjon er en drivkraft som har betydning for atferd; både for retning, intensitet og utholdenhet» (Skaalvik & Skaalvik, 1996, s. 72). Hensikten med å definere motivasjon vil være å prøve å forstå det bakenforliggende, og dermed forklare og predikere menneskets atferd.

Motivasjon kan bygge på selvbestemmelsesteorien, som forstås av Deci og Ryan (1985) som en kombinasjon av indre motivasjon og ytre motivasjon. Den indre motivasjonen baserer seg på ønsket om å være selvbestemt og kompetent. Man kan videre anta at det er sterk sammenheng mellom indre motivasjon og kompetanse hos mennesket. Dersom man er kompetent innen et fagfelt, vil man ha mer lyst til å fortsette å løse oppgaver innen faget, noe som uttrykker at man er indre motivert til å fortsette oppgaven. Selvbestemmelsesteorien hos Deci og Ryan (1985) antar at mennesket har en medfødt tendens til å aktivt utvikle ferdigheter, utforske nye aktiviteter, og utsette seg for utfordringer. De skriver videre om at det finnes tre primære psykologiske behov som motiverer til menneskelig atferd; autonomi, kompetanse og tilhørighet med andre. Kompetanse forstås som behovet for å lykkes optimalt i utfordrende situasjoner. Autonomi forstås som behovet for å ta egne valg og selv være initiativtaker til handlinger. Tilhørighet viser til behovet for å etablere gjensidig respekt og tillit med andre, og å føle tilknytning til andre mennesker (Deci & Ryan, 1985). Ytre motivasjon beskrives som de ytre påvirkningene som skaper en forventning om mestring hos mennesket. Dette kan være konkrete handlinger eller belønninger som man får dersom man utøver en oppgave etter formålet. Denne typen motivasjon står sterk i forståelsen av behavioristisk læringsteori, der belønning og straff er det som styrer motivasjonen hos den enkelte. I et tradisjonelt klasserom tenker man at den sosiokulturelle læringsteorien står sterkere (Hovdenak & Stray, 2015), der belønning straff ikke er faktorene som rår dersom elever har utilsiktede handlinger. Ytre motivasjon kan heller komme tydelig til syne i dagens moderne klasserom i form av dersom elevene gjør som de skal, blir de belønnet med ekstra tid i friminuttet, eller man får jobbe litt lengre på PC eller iPad eller lignende (Hovdenak & Stray, 2015).

I Stortingsmelding 28 (Meld. St. 28, 2015-2016) hevdes det at «motiverte elever har lyst til å lære, de er standhaftige, nysgjerrige og arbeider målrettet». Dette gir forutsetninger for god læring. Fra utsagnet i stortingsmeldingen må man forstå dette som indre motiverte elever. Man kan alltid klare å motivere elever med ytre påvirkning, men dette vil tale mot retningen av sosiokulturelt læringsmiljø, og heller styrke troen på behavioristisk tankegang. Det man derimot kan se i dagens klasserom er det man opplever når andre voksne kommer inn i klasserommet for å holde et foredrag eller lignende.

3. Utvikling av undervisningsopplegg med Bit:bot-roboter

I dette kapitlet vil jeg fortelle om bakgrunnen for utviklingen av undervisningsopplegget, ta med hvilke valg og bortvalg som er blitt gjort, og vise hvordan undervisningsopplegget er planlagt strukturelt.

3.1. Bakgrunn for undervisningsopplegget.

Noe av det som står sentralt i Fagfornyelsen er dybdelæring. Utdanningsdirektoratet definerer dette som:

«å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Det innebærer at vi reflekterer over egen læring og bruker det vi har lært på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre» (Utdanningsdirektoratet, 2019b).

I denne definisjonen ligger det tydelig at læring skjer gradvis – det må eksistere en progresjon i kompetanseutviklingen hos elevene. Dybdelæring kan forstås som en motsetning til overflatelæring, som er svært faktafokusert, og gir relativt liten mulighet til å knytte egne erfaringer til det nye man lærer (Bergem et al., 2014, s. 53-63). Videre forklarer Bergem et al.

«Bruk av mer utforskende arbeidsmåter har også vist seg å fremme elevers evne til kritisk tenkning og til å arbeide naturvitenskapelig. Det er i dag et vanlig syn at praksiser som fremmer dybdeforståelse, har fellestrekk med naturvitenskapelige måter å tenke og arbeide på» (Bergem et al., 2014, s. 60).

Tradisjonelt sier vi ikke at det eksisterer én spesifikk måte å arbeide naturvitenskapelig, men grunnlaget kan knyttes til 5E-modellen i Figur 3.

3.2. Utvikling av undervisningsopplegget med Bit:bot-roboter

Identifisering av forkunnskaper

Jeg observerte ei undervisningsøkt for klassen jeg skulle komme til for gjennomføring av mitt eget opplegg. Årsaken til å observere undervisninga, var for å bli kjent med elevene, og for å se hvilke læringsmetoder klassen var vant med å bruke. For å kunne kombinere observasjon og relasjonsbygging, benyttet jeg deltakende, fri observasjon (Gjørund & Huseby, 2017, s. 49). Etter observasjonen satt jeg igjen med 1) kjennskap til elevene og deres arbeidsmetoder, 2) observasjoner av lærerens ledelse av klassen, og 3) kjennskap til elevenes holdninger og kunnskaper til programmering. Disse tre komponentene ble viktige å ta i betraktning ved videre planlegging av undervisningen, og gjorde at enkelte tilpassinger kunne gjøres.

Valg av programmeringsspråk var delvis gitt fra før av, da faglærer var i gang med programmering av Micro:bits, og hadde et ønske om å benytte dette for klassen. Haraldsrud et al. (2020, s. 256-258) beskriver programmering av Micro:bit med blokkprogrammering som en enkel introduksjon til programmering, da dette er en enkel og taktil måte å introdusere elevene for programmering av mikrokontrollere på.

Forkunnskapene til elevene er viktige forutsetninger for å lære mer. Derfor var kartleggingen ved observasjonen svært nyttig. Samtidig fikk jeg muligheten til å påvirke hva faglæreren skulle prioritere inn mot mitt besøk. Forkunnskapene hos elevene listes opp som tekniske ferdigheter, og kan forstås som strukturkunnskap (Taub et al., 2015):

- Overføre program fra PC/Chromebook til Micro:bit.
- Vise bilde med LED-dioder på skjermen på Micro:biten
- Vise blinkende bilde.
 - o Bruk av pause-funksjon.
- Vise bilde når knapp trykkes.
 - o Handling skjer etter knappetrykk.
- Vise rakettoppkyting på Micro:bit
 - o Handling skjer etter knappetrykk, vise bilde som flytter seg.

Disse forkunnskapene har elevene tilegnet seg gjennom konkrete øvingsoppgaver publisert på LærKidsaKoding (u.å.-c). Oppgavene er strukturert på en enkel måte, og er klassifisert som

introduksjonsoppgaver og nybegynneroppgaver for programmering med Micro:bit.

Kulepunktene under hver oppgave viser hvilken ferdighet elevene måtte mestre for oppgavene.

Totalt sett var dette ferdigheter som måtte mestres for å kunne gjennomføre

undervisningsopplegget med roboter. Ved å la dem arbeide med dette på forhånd, kunne jeg legge nivået noe høyere på mitt opplegg, og dermed stille høyere krav til eget elevarbeid, og mer tid til utforskning.

Etter observasjonen ble jeg enig med faglærer om et par ferdigheter til som måtte drilles før gjennomføringen. Disse ble også hentet fra LærKidsaKoding (u.å.-c). Disse ferdighetene ble noe mer krevende, og det kunne være nyttig og bruke noe mer tid på øving av disse oppgavene, da de legger grunnlaget for mye av det elevene møtte i mitt opplegg.

- Lage skritteller
 - o Bruke variabel.
- Lage avansert terning
 - o Bruke HVIS-setning.

Haraldsrud et al. (2020) beskriver variabler som en måte å lagre data under kjøring av et program. Det brukes også for å kunne endre små deler av programmet for å få annen output. Videre må elevene beherske å kunne bruke vilkår for programmet sitt. Dette gjøres fordi man ønsker at noe skal skje dersom en bestemt betingelse inntreffer.

Nedbryting av læreplanen.

Ut fra kjerneelementet teknologi, kan det synes å ha et utspring til programmering, som videre er spesifisert i kompetansemålet «**utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker**» (Utdanningsdirektoratet, 2019d).

For å kunne forstå hvordan man skal undervise i dette kompetansemålet, må det brytes ned, og man må kunne forstå de enkelte verbene i kompetansemålet. Utdanningsdirektoratet har selv lagd en integrering i læreplanen som forklarer hva de legger i noen av verbene som brukes i kompetansemålet.

Å **utforske** handler om å oppleve og eksperimentere og kan ivareta nysgjerrighet og undring. Å utforske kan bety å sanse, søke, oppdage, observere og granske. I noen tilfeller betyr det å teste ut eller evaluere arbeidsmetoder, produkter eller utstyr. I naturfag er det å

stille spørsmål og bruke data for å lage forklaringer grunnleggende for å utforske (Utdanningsdirektoratet, 2019d).

Å forstå er å oppfatte meningen med noe, skjønne hva som blir kommunisert eller hvordan noe henger sammen. Forståelse kan vises gjennom å forklare, drøfte ulike alternativer, sammenligne aktuelle metoder eller vurdere kvalitet (Utdanningsdirektoratet, 2019d).

Utdanningsdirektoratet har ingen forklaring på verbet **å lage**, men jeg velger å forstå dette som at man skal produsere noe. Når man da videre ser på **teknologiske systemer**, kan verbet å lage forstås som at man skal lage noe som inngår i det teknologiske systemet. Svensson (2011) foreslår at teknologiske systemer kan beskrives som komponenter, både materielle og ikke-materielle, og som sammenheng mellom komponentene. Et eksempel som går igjen hos Svensson, er transportsystemet, som består av et produkt som produseres, produkt som fraktes, og produkt som konsumeres. Disse enkelte delene kan også brytes ned i egne systemer. I sammenhengen med kompetansemålet jeg jobber med, kan det tolkes som at elevene skal lære om de enkelte komponentene som gjør en oppgave hver for seg, og samtidig forstå sammenhengen mellom komponentene. Avslutningsvis må et kompetansemål brytes ned til mindre, målbare komponenter, oftest kalt læringsmål, som er det man jobber etter i den enkelte undervisningsøkta.

Kompetansemålet jeg har arbeidet med i denne studien er som kjent «**utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker**» (Utdanningsdirektoratet, 2019d). For å uttrykke min forståelse av dette kompetansemålet, har jeg brutt dette ned i konkrete læringsmål, som er målbare for meg som lærer og for elevene som arbeidet med dette. Disse presenteres under i Tekstboks 1:

- 1) Bruke radiogrupper for å få to Micro:bits til å kommunisere med hverandre.
- 2) Kode en sender som kun sender signal hvis knapp A trykkes.
- 3) Kode en sender slik at variabler («value») knyttes til spesifikke merkelapper («name»).
- 4) Kunne bruke forskjellige radiogrupper i klassen, slik at flere roboter kan styres i klasserommet uten at de forstyrres av hverandre.
- 5) Kunne forklare hvordan Micro:bitene kommuniserer, og hvilke valg du gjorde underveis.

Tekstboks 1: Læringsmål for undervisningsøkta

Elevene skal kjenne til hva et teknologisk system er, hva en sender og mottaker er, og hvordan disse kobles sammen, da som et teknologisk system. Det kan være vanskelig å definere hvor dypt man burde undervise om dette temaet for ungdomstrinn. For å **forstå** hvordan en sender og mottaker fungerer, skal elevene da forstå bølgefysikken som ligger bak? Eller skal elevene kunne sende en melding fra en Micro:bit til en annen, og dermed være fornøyde? Ved å se på kompetansemålene fra videregående, VG1 naturfag fellesfag (Utdanningsdirektoratet, 2019d) gir dette en pekepinn for hvilke kompetanser elevene møter i øvre årstrinn:

- Utforske og beskrive noen sentrale bølgefenomener.
- Forklare hovedprinsippene for trådløs kommunikasjon og gi eksempler på hva slik teknologi brukes til.

Slik jeg leser progresjonen i læreplanen, og hvordan kompetansemålene ovenfor som gjelder for videregående opplæring, mener jeg at det er tilstrekkelig at elevene programmerer en sender og mottaker, men ikke forstår hvordan bølgene sendes via bluetoothteknologi, eller hvordan radioen i Micro:bitten bruker peer to peer Connectivity for å sende datapakker (Rossing, 2020). Det er et ganske komplekst system å forklare for ungdomsskoleelever, men det står ikke spesifikt i læreplanen hvordan de forstår begrepet **å forstå** i dette konkrete kompetansemålet, noe som overlater ansvaret til læreren, og dermed kanskje skaper forskjeller i forståelsen mellom elever lokalt og nasjonalt.

For å planlegge undervisninga har jeg valgt å bruke 5E-modellen som arbeidsmodell. Dette fordi den åpner for utforskende undervisning, og alle mine tidligere erfaringer peker mot at dette er en hensiktsmessig måte å arbeide på med denne typen prosjekt. Hver av de 5 E-ene beskrives slik:

Engasjere: Jeg ønsker at elevene skal engasjere seg for opplegget jeg presenterer, og ønsker at de skal bli indre motivert til å kunne utforske fenomenet på egenhånd.

Undersøke: Jeg ønsker at elevene skal bruke sin indre motivasjon til å undersøke hvilke blokker som trengs for programmeringen, uten alt for mye innvendinger fra meg eller faglærer.

Forklare: Elevene skal kunne forklare meg og klassen hva de har gjort og hvilke valg de har tatt underveis.

Utvide: Elevene skal kunne teste roboten sin, og søke mer kompetanse eller erfaring, for så å prøve å utvikle programmet sitt, for så å teste igjen.

Vurdering: Elevene blir kontinuerlig vurdert av meg som kompetent person og av faglæreren som deltar i undervisningsøkta.

3.3. Beskrivelse av undervisningopplegget

I Tabell 2 beskrives undervisningsopplegget.

Tabell 2: Beskrivelse av undervisningsopplegget

Hvorfor?
Ved å engasjere elevene, vekkes elevenes interesse for oppgaven de står ovenfor.
Micro:bit classroom er egnet for å samle flere programmer på samme sted, og til å distribuere koder ved behov. Læreren får oversikt over den enkelte gruppa, og kan samtidig sende ut felles koder dersom flere streber med det samme. Det er også enkelt å kunne vise elevenes arbeid på tavla for felles gjennomgang. (https://classroom.microbit.org/)
De enkelte gruppene utforsker på egenhånd hvilke funksjoner for radiokommunikasjon. Elevene vil på et tidspunkt få tilgang til en google site som viser løsningsforslag som kan benyttes (https://sites.google.com/view/bitbotmaster). Google siden er egnet til å distribuere løsningsforslag til elevene. På denne siden er det mulig å redusere elevenes frihetsgrader. Ved å gi tilgang på forskjellig tidspunkt, kan læreren styre progresjonen til de enkelte gruppene.
Undervisningsokta har ingen klassisk klasseromsstruktur, så for å nå elevene med felles faglig input, bes alle sette eget arbeid på pause, og vi kan ha felles klassediskusjon om det som tas opp. Elevene som lykkes med å sende signal fra den ene Micro:bitten til den andre, forklarer og viser for de andre elevene hvordan de har klart dette. På denne måten får den ene gruppa forklart for andre, mens de som lytter får faglig input fra andre. Elevene befinner seg på forskjellige faser i 5E-modellen, men ved å dele sine erfaringer, trekkes de nærmere hverandre. Grundlig faglig beskrivelse som kan være nyttig for læreren finnes hos Rossing (2020).
Ved å ha en konkret hensikt med opplegget, reduserer dette sjansen for kritiske spørsmål fra elevene om hensikten med opplegget. Området justeres iht. antall roboter som deltar i konkurransen. Området kan reduseres underveis ved behov.

Hva?	Hvordan?
Engasjere elevene.	Demonstrere egen robot og ferdig program.
Demonstrere Micro:bit Classroom	Felles demonstrasjon på tavla for innlogging på felles plattform for koding.
Elevene arbeider i grupper.	Elevene utforsker fenomenet sender og mottaker i Make:code, med tilgang til google site med varierte oppskrifter på programmeringen.
Ved milepæl, felles gjennomgang.	Ved første gruppe som kommer til en milepæl, bes alle elevene om å pause arbeidet, og vi tar en felles prat i klassen for å forklare det som er oppdaget. Milepæler kan være: <ul style="list-style-type: none"> - Første gruppe som kan styre sin robot med fjernkontroll. - En annen gruppe styrer ens robot (flere på samme radiogruppe).
Konkurranse	Elevene bruker sin robot til å sprekkte andres ballonger innen et merket område. Område på 2m x 2m merket med markeringstape.

Utstyr

Elevene fikk utdelt 2x Micro:bits, 1x Bit:bot med hjul, 3x AA batterier, 2x AAA batterier, 1x grillpinne, 1x ballong, 1x kabel for overføring fra PC. Alle gruppene fikk dele på tre forskjellige typer tape med forskjellig slitestyrke. Utstyret elevene fikk utdelt ble sortert i egne Ziplock-poser, som gjør det enkelt å dele ut. Samtidig har jeg valgt to micro:bits i forskjellig farge, slik at det blir enklere for elevene å skille mellom dem mens de arbeider.



Figur 5: Utstyret elevene fikk utdelt

Konkurransen – engasjement.

I utviklingen har jeg helt bevisst valgt å inkludere en konkurranse på slutten av økta. Dette for å sørge for å ha en god hensikt med opplegget, og for å kunne motivere elevene til å yte godt i økta. Dette kan nok forstås som ytre motivasjon (Deci & Ryan, 2008). Konkurransen ble også en sjonglerende faktor mellom å holde engasjementet oppe for elevene, og for å kunne være en variant av steget *forklare* i 5E-modellen, der elevene fikk muligheten til å vise resten av klassen hva de fikk til. Det ble riktignok ikke lagt opp til en klassisk forklarings- eller demonstrasjonsmulighet, men alle så jo på alles roboter, og fikk dermed muligheten til å vise hverandre hva de mestret i økta.

Parprogrammering

Å lære å arbeide sammen om å løse en oppgave ble ganske essensielt i denne typen arbeid. Jeg kunne for så vidt fått tilgang på mer utstyr ved behov, men anså muligheten til å gjøre undervisningsopplegget så relevant som mulig. Derfor valgte jeg å låne ett klassesett med utstyr fra Skolelaboratoriet ved NTNU, og heller tilpasse gruppesammensetningen slik at elevene kunne arbeide sammen om å løse oppgaven. Haraldsrud et al. (2020, s. 170-174) foreslår flere aktiviteter som egner seg i klasserommet, blant annet parprogrammering. Ved å jobbe sammen, vil man få flere innspill på koden enn hva man ville gjort om man arbeidet individuelt. Haraldsrud påstår at «(...) når flere enn én person på samme tid arbeider med et program, blir resultatet faktisk mer presise programmer» (Haraldsrud et al., 2020, s. 170). Dette fordi at ved å samarbeide om programmeringen, vil man eksponeres for andres tanker om programmet, og dermed utvide sine egne tanker om det samme. Man blir også tvunget til å forklare sine egne tanker til den andre, noe som gjør en mer bevisst sine egne valg, og dermed sin forståelse for programmet.

Google site som veiledende dokument.

Ettersom avslutningen på undervisningsøkta var å delta i konkurransen med ballonger, var det viktig at alle fikk muligheten til å ha en ferdig robot som kunne stille i konkurransen. Derfor valgte jeg å lage en google site, en nettside som elevene kunne få tilgang til etter hvert som de arbeidet. Se vedlegg 1 for nærmere beskrivelse av innholdet på google siden. Jeg valgte å publisere to forskjellige løsningsforslag. Det første var relativt enkelt, der Micro:biten bruker knappetrykk for å bestemme kjøreretningen på roboten. Den andre løsningen var mer avansert og brukte akselerometret i Micro:bitten til å registrere hellingen på mikrokontrolleren, som da bestemte hvilken kjøreretning roboten skulle ta.

Ved å ha denne google siden tilgjengelig, kunne jeg enkelt sørge for at alle elevene kunne delta i konkurransen. Samtidig kunne jeg redusere frihetsgradene på elevenes arbeid. I starten fikk de svært høy grad av frihet, slik at de kunne utforske mest mulig på egenhånd. Etter hvert som jeg og faglærer registrerte at elevene strevde med å finne potensielle løsninger, fikk de presentert google siden. Dermed ble graden av frihet redusert, da metoden og resultatet av elevenes arbeid ble bestemt av læreren.

4. Forskningsmetode

Innledning

I dette kapitlet vil jeg redegjøre for hele prosessen med forskningsarbeidet, helt fra valg av forskningsdesign, til valg av metode samt gjennomføring av datagenereringen og analysen av datamaterialet. Utformingen av undervisningsopplegget er beskrevet i kapittel 3, så jeg vil her kun fokusere på selve forskningsarbeidet. Videre bygger jeg studien opp under prinsippet om fenomenologi. Innen kvalitative studier defineres fenomenologien som «(...) en tilnærming å utforske og beskrive mennesker og deres erfaringer med og forståelse av et fenomen» (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 99).

Jeg har brukt tre forskjellige metoder for å generere data. Disse er videoobservasjon, feltnotater og gruppeintervju. I de følgende delkapitlene vil jeg redegjøre for hver enkelt, og nevne fordeler og ulemper med hver av dem, og til slutt redegjøre for hvordan materialet er analysert.

4.1. Forskningsdeltakere

Gjennom forskningsprosjektet KreTek av skolelaboratoriet ved NTNU knyttet jeg kontakter med skolene som deltar i dette prosjektet. Ett av momentene de skulle arbeide med i deres prosjekt var nettopp programmering. Noe uforutsett hadde oppstått med tanke på covid-19-situasjonen som pågår, noe som gav meg en fantastisk mulighet til å rekruttere forskningsobjekter til min studie. Dette gjør at forskningsdeltakerne i denne studien er valgt svært strategisk, og taler på ingen måte mot noen form for representativitet i den norske skole, men mer mot valg ut fra hensiktsmessighet ut fra den pågående pandemien og de mulighetene ved valg av informanter som allerede er del av et forskningsprosjekt ledet av NTNU (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 50). I denne studien har jeg valgt å holde på dette utvalget, da mye av tiden er brukt på utviklingen av undervisningsopplegget. Det er verdt å nevne at det ikke eksisterer noen statistisk generaliseringsmulighet for denne studien. Dette kan kanskje inspirere til videre studier av samme type undervisningsopplegg som jeg har utviklet. Det er også verdt å merke seg at læreren er ganske motivert for deltakelse, da han allerede er

deltaker i KreTek-prosjektet. Dette kan videre ha ledet til at elevene er mer motiverte enn vanlig, da de også blir inspirert av innføringen og testingen av opplegg læreren tar med seg fra KreTek-prosjektet. For øvrig kan klassen regnes som en middels godt presterende klasse, der enkeltelever trekker faglige ferdigheter opp, mens andre trekker ned. Dermed vil jeg anslå klassen til å være tilnærmet gjennomsnittlig klasse.

I klassen jeg valgte, var det 14 elever på 8. årstrinn. Inndelingen av grupper som ble aktive forskningsdeltakere ble gjort av faglærer, på bakgrunn av hvem som hadde godkjent samtykkeskjema og ikke. Dermed kan man si at utvalget kan være noe skjevt rettet mot de som faktisk har godkjent å delta i studien. Dette kan ha påvirket resultatene noe, og kanskje gitt andre svar ved gjennomføring av andre grupper.

På forhånd av testingen av undervisningsøkta, fikk jeg faglærer for klassen til å sette sammen arbeidspår som skulle fungere godt sammen. Jeg ønsket mest mulig heterogene grupper, da parprogrammering er en sterkt anbefalt metode å jobbe etter (Haraldsrud et al., 2020) nettopp for å oppnå et større utbytte enn det man gjør med homogene grupper. Dette bekreftes også med den sosiokulturelle læringsmodellen til Lev Vygotsky med proksimal utviklingszone (Postholm, 2014). Ved intervju av strategisk utvalgte elever, kunne jeg finne svar på hva elevene oppnådde av læringsutbytte ved undervisningsopplegget jeg hadde utviklet. Utvalget av elever ble gjennomført sammen med faglærer for klassen. Utvalget består av elever som liker å snakke, og som ligger på et middels faglig nivå. Jeg ønsket en kombinasjon av gutter og jenter for intervjuet.

Jeg har valgt å bruke enkle navn på forskningsdeltakerne. Dette for å hindre fokus på kjønn og etnisitet for deltakerne, da dette var helt irrelevant for studien.

I Tabell 3 følger en beskrivelse av de fire elevene som ble plukket ut til intervju:

Tabell 3: Beskrivelse av forskningsdeltakerne

Elev	Faglærers- og min beskrivelse av elevene:
E1	I klasserommet er eleven stille, pliktoppfyllende, og tenker grundig gjennom svarene før hun rekker opp hånda. Eleven fremstår som produktiv, og viser forståelse gjennom argumentasjonen og måten hun snakker på. Eleven virker indre motivert for naturfaget, og viser engasjement for faget.
E2	Eleven kan være svært arbeidsom dersom noe opptar han. Derimot om noe ikke er like interessant, kan fokuset fort penses mot noe annet. I naturfaget har eleven gode forklaringer på fenomener de arbeider med, og viser forståelse i argumentasjonen og forklaringen for lærer og medelever. Eleven kan spore av, og dra med seg andre elever på småsnakk og slikt
E3	Eleven er svært pratsom, og viser samtidig forståelse gjennom argumentene sine. Faglærer beskriver han som «en som kan stille spørsmål etter spørsmål, som kan holde på i hele timen». Dette kan være dagsaktuelle spørsmål, noe som kan fremstå som drivkraften i enkelte naturfagstimer. Eleven viser engasjement for programmeringen, og har mange idéer for problemløsning.
E4	Eleven fremstår som ganske stille i klasserommet, men bidrar med høy faglig dyktighet i gruppediskusjon og pararbeid. Eleven fremstår også som svært høflig i gruppeintervjuet, der eleven egentlig prøver å komme gjennom med noe svært interessant, men blir avbrutt, og venter på tur med å komme med innspill.

4.2. Datainnsamling

4.2.1. Videoobservasjon

I denne undervisningsøkta hadde jeg lagt opp til mye elevarbeid i par på egen Chromebook. For å fange opp elevdiskusjoner og se hva elevene gjorde på skjermen, valgte jeg å bruke hodekamera for å samle videoopptak av elevenes arbeid. Gjøsund og Huseby (2017) beskriver at fordelene med videoopptak er at de er detaljrrike, og svært godt egnet når man skal studere kommunikasjon og interaksjon mellom elevene. Man får med seg mange situasjonsdetaljer, gester og signaler man ellers ville ha oversett eller glemt ved for eksempel observasjon (Gjøsund & Huseby, 2017, s. 66-67). I denne studien har jeg blant annet studert hvordan elevene mestrer den tekniske programmeringen, noe videoobservasjonene er svært godt egnet til å beskrive. Ved for eksempel skjermopptak ville man ikke kunne lytte til elevenes dialog når man skal analysere dette etterpå. Dermed er det stor fordel å ha videoopptak fra hodekamera for denne typen studie.

Det er en del etiske betraktninger man må tenke på med dette metodevalget. Dette kan være elever eller foreldre som ikke godtar at man har videoopptak av elevene. Det kan være personlige årsaker forskeren **må** godta, og det er svært viktig med god dialog med elevene og deres foreldre om dette, og ha en god plan for lagring av data og sletting av data etter studiens slutt. Gjøsund og Husby (2017) beskriver videoobservasjoner som et godt verktøy, men som også kan påvirke studien. «Vi kan heller ikke se bort fra det at det er kamera i rommet, kan endre atferden hos dem vi observerer» (Gjøsund & Huseby, 2017, s. 66-67). De beskriver videre at erfaringsmessig vil denne effekten reduseres over tid, da elevene venner seg til kameraene, og etter hvert glemmer dem. De beskriver også dekningsvinkelen som en utfordring. Det kan være interessante situasjoner som oppstår utenfor bilde, som gjerne skulle vært en del av studien. I min studie ble videoobservasjonene støttet opp mot feltnotater, noe som styrker dekningsvikten som potensielt kunne oppstå.

Ved gjennomføring av videoobservasjonene utstyrte jeg to av gruppene med hvert sitt hodekamera. For å holde datamaterialet på et håndterlig nivå, valgte jeg kun å bruke to kamera. Opptakene blir fort lange, og det kunne blitt svært mye data å håndtere (Gjøsund & Huseby, 2017). Fordelen med kamera på hodet til elevene er at de følger det eleven ser på, og fanger opp lyd og bilde av det rundt eleven. De elevene som ble valgt ut til intervju etter undervisningsøkta, var de elevene som hadde hodekamera.

Feltnotater

Observasjonen gjennom videoopptakene kan bli snevre, og kun dreie seg om de gruppene som ble utstyrt med hodekamera. Derfor har jeg valgt å supplere med feltnotater. Ettersom jeg ledet undervisningsøkta, ble jeg en deltakende observatør (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 68). Dette ble gjennomført som åpen observasjon, der elevene og lærerne var godt informert om studiens hensikt og formål, og visste at de ble observert. Christoffersen og Johannessen (2012) mener at deltakende observasjon egner seg godt når forskeren skal studere hendelser som pågår i kort tidsrom, eller hendelser som gjentas hyppig. Ettersom hodekameraene ble hovedkilden for observasjonene fra undervisningsøkta, og feltnotatene ble et supplement, ble det i denne studien benyttet ustrukturert observasjon. Dette innebærer at det ikke var predefinerte bolker av sekvenser som var aktuelle å observere, men at jeg som forsker går åpent inn i situasjonen og åpner for muligheter og fleksibilitet for de hendelser som oppstår. Som lærer kan man alltid regnes som observatør i eget klasserom (Gjørund & Huseby, 2017). Ettersom jeg selv var aktiv lærer, måtte jeg notere stikkord underveis, og heller skrive grundige notater etter endt undervisning.

Det mest sentrale i disse feltnotatene er mine skildringer av hendelser som ble et supplement til hendelsene i videoobservasjonene. Feltnotatene er en betraktning av min opplevelse av hendelsene som oppsto i klasserommet. Jeg beskrev også min opplevelse av entusiasme og følelse i analysen av notatene og dermed kunne jeg knytte hendelsene jeg observerte på video opp mot mine notater, og sammenligne disse.

4.2.2. Gruppeintervju

For å kunne la forskningsdeltakerne utdype arbeidsprosessen sin, og komme med utfyllende beretninger om fenomenet jeg har utforsket, ble det naturlig å velge intervju som innsamlingsmetode. Under planlegging av intervjuguide var jeg svært interessert i å la elevene prate mest mulig, så et semistrukturert intervju er godt egnet for formålet (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 78). Grunnlaget for intervjuguiden (se intervjuguide i vedlegg 3) er malen som Christoffersen og Johannessen (2012, s. 80) presenterer, der forskeren presenterer seg, og redegjør for prosjektet og hvilke rettigheter intervjuobjektene har for studien. Det var også viktig at intervjuobjektene opplevde meg som lyttende og bekreftende, noe som skapte enda mer utfyllende svar og refleksjoner underveis i intervjuet. For å mestre dette, fulgte jeg tipsene som er gjengitt i Christoffersen og Johannessen (2012, s. 83-84), med å stille

oppfølgingsspørsmål, oppfordre intervjuobjektet til å være detaljert, gi tilbakemelding til intervjuobjektet som oppsummerer svaret, og observer kroppsspråk. Virkningen av dette var at jeg opplevde at samtalen fløt godt, og at elevene vekslet på å fortelle.

For å dokumentere intervjuet, gjorde jeg lydopptak ved hjelp av digital lydopptaker. Dette for å kunne rette alt fokus på å lytte til det intervjuobjektene snakket om, og kunne være 100% til stede mentalt, og ikke bruke tid på å ta manuelle notater underveis.

4.3. Databehandling og analyse

Databehandling av intervjuet

Første ledd i analysearbeidet er å transkribere intervjuet. Til dette har jeg brukt programvaren NVivo12. Denne er godt egnet for å behandle kvalitative data, og hjelper til å holde en god struktur i analysearbeidet (Klemp, 2012). For å kunne avdekke de meningsfulle avsnittene, valgte jeg å sette koder på enkelte utsagn elevene uttrykte. Jeg har valgt induktive koder, da jeg ønsker å finne forskningsdeltakernes oppfattelse av fenomenet, noe som står i lys av den fortolkede fenomenologiske analysen, Interpretative Phenomenological Analysis (Smith et al., 2009). Dette ble svært åpne koder, som hver enkelt beskrev hvert sitt lille spesifikke fenomen. Målet med den åpne kodinga er å identifisere, klassifisere og å sette navn på de viktigste mønstrene i materialet (Nilssen, 2012, s. 82). Jeg kunne likevel ikke unngå å bygge egne tanker om tolkninger mens jeg utførte analysen. En fordel med det er jo at jeg kunne bygge god kjennskap til datamaterialet, og samtidig forberede meg til videre analyse som beskrevet under.

Andre ledd i analysearbeidet er å gruppere kodene til temaer eller kategorier som samlet de åpne kodene til mer strukturerte temaer. Nilssen (2012) definerer dette som aksial koding, der forskeren danner seg en oppfatning av hvordan de åpne kodene forholder seg til hverandre. Målet med aksial koding er å sitte igjen med noen få kategorier, temaer, perspektiver eller dimensjoner fra det store datamaterialet (Nilssen, 2012, s. 85-86). Første og andre ledd er beskrevet med figur under, se Figur 6. Figuren viser et eksempel fra kodinga, der elevens utsagn kodes til en beskrivende kode, mens det i siste ledd samles til mer helhetlige kategorier.



Figur 6: Eksempel på databehandling og analysearbeidet

Databehandling av videoobservasjoner

Outputfilen fra kameraet som ble benyttet gav meg oppdelte filer på 17 minutter, noe som krevde en strukturell gjennomgang for å holde system i de enkelte filene (Klemp, 2012). Da det ble brukt to kamera parallelt i klasserommet, gav totalt 2 timer og 54 minutter med filmopptak. Strukturen for lagring ble for eksempel K2_1, der K2 representerer hvilket kamera opptaket er fra, og _1 representerer fil nummer 1. For å kunne finne igjen filene, brukte jeg Excel som verktøy for å systematisere og sammenkoble de enkelte filene, se Figur 7, og dermed kunne sette opp i en ryddig struktur for observasjonene fra filmene, se Figur 8.

Filnavn	Lengde
K1_1	17:41
K1_2	17:40
K1_3	05:40
K1_4	17:41
K1_5	17:40
K1_6	11:08
K2_1	17:41
K2_2	17:40
K2_3	05:25
K2_4	17:41
K2_5	17:40
K2_6	10:50

Figur 7 Filstruktur med hyperkoblinger

Videofil	Tid fra	Tid til	Hva?
K2_1	07:09	08:28	Stian forklarer hvordan man legger til Bit:bot-tillegget i MakeCode
	08:31	08:52	Elevene utforsker hva som skjer i de enkelte tilleggene.

Figur 8 Eksempel på struktur i Excelfil for logging av observasjoner fra videofil

Videoobservasjonene ble ikke direkte transkribert, men heller notert i et eget loggskjema der interessante observasjoner skjedde, se Figur 8. Dette kan på samme måte som intervjuet, representere en åpen koding, der denne fasen tilsvarer første fase beskrevet ovenfor. Fordelen med å føre loggskjema, var at jeg kunne notere tidspunkt for hendelsen, noe som gjorde det enkelt å gå tilbake å studere dette nærmere i andre fase.

I Tabell 4 har jeg satt opp en oversikt over kodene som ble generert i NVivo etter gjennomgang av transkripsjonene, altså første ledd i analysearbeidet, og etter kondensering, altså andre ledd i analysearbeidet. Dette gjelder både intervjuet av elevene og videoobservasjonene fra hodekameraene fra undervisningsøkta.

Tabell 4 Koder før og etter kondensering

Kategorier før kondensering	Kategorier etter kondensering
Beskrivelse_radiosignal	Faglig utbytte
Input->output	Motivasjon
Design_av_roboten	Mestring
Kontrollert_fart	Utfordringer
Forståelse	Teknisk programmeringsferdighet mestring
Forklaring	Teknisk programmeringsferdighet misforståelse
Taktikk	
Hobbyprogrammering_vs_profesjonell_programmering	
Noe_annet_enn_fag	
Arbeidsmetode	
Morsomt	
Lærer_fortere	
Praktisk_læring	
SMS/Snapchat	
Fjernkontroll	
WiFi	

Forskningskvalitet

I denne oppgaven har jeg lagt vekt på å dokumentere hele prosessen fra valg av forskningsdesign, og helt til rapportering av oppgaven for å skape transparens. Ifølge Widerberg (2001), gjengitt i Nilssen (2012), handler all forskning om en balansegang mellom nærhet og distanse. Mange forskere som bruker kvalitative forskningsmetoder, deltar i konteksten hos de det forskes på over lang tid, og danner seg innsidekunnskap om fenomenet de forsker på. Johannessen et al. (2016) nevner fire kriterier som sikrer kvaliteten på forskningen. Disse er reliabilitet, intern validitet, ekstern validitet og objektivitet. For å sikre

god reliabilitet er det viktig at det blir gjort grundig rede for forskningsprosessen i sin helhet, slik at leseren ser alle steg som er gjennomført i studien, og dermed sikrer full åpenhet og transparens om studien.

Intern validitet i kvalitative studier handler om at man undersøker det som er ment å undersøkes (Johannessen et al., 2016). Kort fortalt betyr dette at det skal være sammenheng mellom formålet for studien, metodevalgene og resultatene i studien. Én måte å styrke intern validitet på kan være å benytte flere metoder for å belyse samme problemstilling. Johannessen et al. (2016) definerer dette som metodetriangulering. I denne studien har jeg brukt intervju av elever og jeg har sett på videoopptak fra undervisningsøkta. Dermed øker jeg den interne validiteten for denne studien.

Ekstern validitet eller overførbarhet handler om hvordan man kan bruke slutningene fra studien til å se på samfunnet som helhet, og dermed generalisere funnene fra studien (Johannessen et al., 2016). Om man velger kvantitativ forskning kan dette handle om å velge et stort nok utvalg til å kunne generalisere for hele samfunnet. Innen kvalitativ forskning er dette litt verre, og vi trekker heller slutninger mot *overføring av kunnskap* (Johannessen et al., 2016). Dersom studien har overføringsverdi vil det si at man kan overføre slutningene fra studien til andre fagfelt enn sitt eget forskningsområde. I min studie kan det nevnes at det er et noe snevert utvalg av informanter, noe som gjør det problematisk å kunne si at dette er tilfelle i mange norske åttendeklasser. Derimot vil jeg heller si at studien har overføringsverdi til andre åttendeklassinger da det ikke er noe som peker på at utvalget stikker seg ut fra gjennomsnittet.

Objektivitet beskrives av Johannessen et al. (2016) som beskrivelsen av forskerens tilskudd av egne perspektiv på forskningen. Dette kan være en konsekvens av Widerbergs forståelse (gjengitt i Nilssen, 2012, s. 137) av balansegangen mellom nærhet og distanse. Resultatene av studien skal ikke preges av forskerens subjektive forståelse for faget, og skal sees opp mot andre studier på feltet. Det vil heller være problematisk å fremstå helt objektiv i en kvalitativ studie, men målet er å gjøre forskningen så transparent og tydelig som mulig, og dermed vektlegge forskerens subjektive betraktninger for å kunne forklare de fenomenene man undersøker. Resultatene vil preges av forskerens tolkninger av beretninger og observasjoner (Nilssen, 2012). Jeg mener jeg redegjør for mine subjektive meninger gjennom diskusjonen, der mange av slutningene trekkes på bakgrunn av teoriperspektiver og funn fra andre studier, sett opp mot mine resultater.

Juridiske og etiske forhold

Denne studien regnes som en del av det pågående prosjektet KreTek som arrangeres av Skolelaboratoriet ved NTNU. Dermed behandles de persondata i denne studien på lik linje som resten av persondata samlet inn for KreTek. Prosjektet KreTek er allerede meldt inn til NSD (Norsk Senter for Forskningsdata), der det er spesifisert at masterstudenter kommer til å bidra til prosjektet. Dermed har jeg ikke sendt inn egen søknad til NSD for min studie.

Alle deltakende elever og aktive lærere i studien har bekreftet sin deltakelse ved å signere samtykkeskjema, se vedlegg 2. Ved å ha skriftlig samtykke fra elevene og deres foreldre, styrker det min tillitt som forsker, og til KreTek som også deltar med andre bidrag på fagfeltet.

Enkelte elever kan bli påvirket av bruk av hodekameraet, og kanskje tulle bort den faglige praten og bruke mye tjas og fjås. I denne studien må jeg si at utvalget var eksemplarisk. Jeg gav ingen tordentale på forhånd om å oppføre seg eller slikt, men elevene jobba ifølge faglærer helt normalt, som om hverken jeg eller hodekameraene var tilstede. Dette har vært en styrke med studien.

5. Resultater

I dette kapitlet har jeg samlet resultatene etter arbeidet med analysen. Strukturen i kapitlet er hentet fra kategoriene jeg har utarbeidet i analysen. Kategoriene er faglig forståelse, teknisk mestring, motivasjon, programmeringsferdigheter og tekniske misforståelser. Underveis har jeg samlet elevutsagn eller videoobservasjoner i tekstbokser, der elevutsagn er markert med Ex, der x er elevtallet, som vi finner igjen beskrivelse av forskningsdeltakerne i kapittel 4.1. Spørsmål eller kommentarer fra meg, er markert med S, mens kommentarer eller beskrivelser fra observasjonene er beskrevet uten noen eksplisitt markering foran.

Jeg vil starte med å gi en generell beskrivelse av min oppfattelse av atmosfæren i klasserommet, og andre generelle opplysninger som er relevante å ta hensyn til.

Forskerens refleksjoner etter gjennomføringen.

Jeg opplevde stemningen i klasserommet som svært energisk, inspirerende og aktivt. Elevene var svært engasjerte i opplegget, og interessert i å mestre å utvikle egen fungerende robot. Den ene elevgruppa kom lengre enn den andre. Gruppesammensetningen gjorde at den ene gruppa ble ansett av faglærer som relativt sterke elever. Disse to var også de mest pratsomme i intervjuet, og kom med både faglige og kreative løsninger på mye av det vi snakket om. Gruppa hadde flere interessante erfaringer underveis i økta, noe som gjorde at jeg valgte å gi tilgangen til google siden på et noe seinere tidspunkt enn for den andre gruppa. Dette gjorde at det ble en liten differanse på hvor langt gruppene kom til konkurransen. Underveis var de svært nære å tenke ut en løsning på egenhånd for hvordan de kunne programmere sender og mottaker, men kom aldri helt i mål. På et tidspunkt ble det aktuelt at de også fikk tilgang til google siden. Det var disse elevene som påpekte at det var for liten tid til å programmere, da de opplevde tida de jobbet på egenhånd, som *ikke* å programmere.

Gruppa som kom lengst, ble ansett av faglærer som litt over middels sterke elever, men underveis i økta så jeg at fokuset lå på produktet som skulle være ferdig til konkurransen, altså en robot som kunne sprekke ballonger, og delvis mindre fokus på en robot de kunne styre. Det var også svært mye fokus på hvor fort roboten kunne kjøre, og hvilke andre egenskaper den burde hatt. De var nok ikke helt realistiske i alle sine tanker, men svært kreative. Elevene var veldig opptatte av å lete etter fasitsvar, og fortest mulig få et produkt som fungerte. Dette gikk på bekostning av faglig refleksjon og vurdering underveis.

5.1. Faglig forståelse

Elevene ble introdusert for det faglige gradvis i undervisningsøkta gjennom felles samtale i klassen, der vi i dialog ble enige om hvordan Micro:biten sendte ut signaler, og hvordan de tok imot signaler. I gruppeintervjuet etterpå, var elevene veldig opptatte av samme forklaring som jeg brukte – før de omsider begynte å forklare dette med egne ord, gjengitt i Tekstboks 2:

E1: «Når vi skal snakke med andre venner på snapchat, må vi være i samme snapgruppe. Vi kan ikke snakke til gruppa uten at vi har blitt invitert inn, og heller ikke hvis vi blir kastet ut».

E2: «Jaja, og når vi skal ringe til noen, så må vi jo taste riktig telefonnummer, hvis ikke kommer vi feil».

E1: «Ja, men hvis vi sender SMS, må også nummeret være riktig».

E3: «Vi hadde sånn der radio, nei Walkie-talkie da jeg var mindre, da kunne vi snakke sammen. Men hvis noen andre hadde det også, kunne vi høre hva de sa. Derfor tror jeg det var noe likt med det vi gjorde i dag».

E4: «Vi har sånn Wi-Fi-bokser hjemme. Hvis jeg er på rommet mitt, er jeg koblet til én boks, og har internett. Hvis jeg går på stua kobles jeg til en annen boks, men er fortsatt på internett, så det må være noe inni der som virker litt sånn som Micro:bitten, at den snakker sammen og sender meg til internett».

Tekstboks 2: Elevsitat - Elevenes forståelse av radiogruppe

Som vi ser av Tekstboks 2, forklarer elevene hvordan de oppfatter radiogruppe i programmeringen av Micro:bitten. Forklaringene bærer preg av et hverdagslig språk, der elevene setter egne ord på det vi har jobbet med.

5.2. Teknisk mestring

Å definere hva elevene har mestret, og i hvor stor grad de har mestret det, må sees i sammenheng med kompetansemålet og læringsmålene for undervisninga:

«utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker»

- 1) Bruke radiogrupper for å få to Micro:bits til å kommunisere med hverandre.
- 2) Kode en sender som kun sender signal hvis knapp A trykkes.
- 3) Kode en sender som sender forskjellig informasjon ved forskjellig input.
- 4) Kunne bruke forskjellige radiogrupper i klassen, slik at flere roboter kan styres i klasserommet uten at de forstyrres av hverandre.

Videre må det tas høyde for hva vi rakk i undervisningsøkta, og hvordan gjennomføringa av undervisningsøkta gikk. I mitt tilfelle ble dette svært vellykket. Av videoobservasjonene kan man observere hvordan elevene har besvart de enkelte læringsmålene for undervisningsøkta, se Tekstboks 3:

Elev E3 blir svært engasjert i å få Bit:boten til å kjøre, så han googler etter løsning. Han velger ukritisk det første som dukker opp, og leter seg gjennom, og vil entusiastisk dele dette med sin makker. Dessverre kommer faglærer gående bak eleven, og gir beskjed om at han skal «tenke selv», og ikke lete etter fasitsvar. Eleven blir sittende stille og se litt ut i luften, inntil faglærer går til en annen gruppe, og googler på nytt etter løsning, og de snakker sammen om dette på gruppa.

Tekstboks 3: Beskrivelse av observasjon fra video. Elev som søker etter løsning på internett.

E1: «Vi må legge inn sånn her [peker på radiogruppe], også må du gjøre det samme på din. Elevgruppa ser av google siden at de må bruke radiogrupper for å få Micro:bittene til å kommunisere. De velger radiogruppe 1, noe flere grupper har, så det oppstår konflikt med samme radiogruppe hos flere elevgrupper.

Ei jente fra ei anna gruppe kommer bort og spør: «hvilken radiogruppe har dere? Kan vi bruke nummer 60, eller skal dere ha den?» E3: «Dere kan bruke den, så tar vi 50».

Tekstboks 4: Læringsmål 4) Kunne bruke forskjellige radiogrupper i klassen

I Tekstboks 4 ser vi et godt eksempel på det som ble omtalt som milepæler i undervisningsøkta. Ei gruppe erfarer at deres robot gjør noe som de selv ikke kontrollerer med sin sender.

Etter litt om og men, og flakking med blikket rundt omkring ser den ene eleven at ei anna gruppe holder på med kontrolleren, og dermed styrer både sin egen robot, og den andre gruppas robot. Eleven løper bort til gruppa og ser ned i skjermen deres, og legger merke til at de har samme radiogruppe. Hun tar raskt kontakt med meg og spør om det er noe galt med å ha samme gruppe. Jeg fikk da muligheten til å utfordre eleven, og spurte om hva hun selv trodde. De bestemte seg for å teste selv å endre radiogruppe, og dermed erfarte at gruppene måtte være koblet til forskjellige radiogrupper for å kunne kommunisere med sin egen robot.

Tekstboks 5: Læringsmål 4) Kunne bruke forskjellige radiogrupper i klassen.

Elevene fikk muligheten til å oppdage problemet selv, og muligheten til å utforske en måte å løse problemet på. De var nødt til å snakke sammen innad i gruppene, og sammen med de andre gruppene for å finne ut av hvilke radiogrupper de enkelte gruppene brukte, og da bestemme hvilken radiogruppe som kunne være ledig for sin egen gruppe. Elevene opplevde å arbeide selvstendig i grupper, men også felles som klasse, da de må løse problemer innad i gruppa, men også på tvers av gruppene.

Ved første øyekast kan det tenkes at undervisningsøkta lå på et høyere faglig nivå enn forutsetningene til elevene. Dette sett i lys av i hvor stor grad de mestret å utforske programmeringen på egenhånd, og hvordan spørsmålene ble stilt underveis i undervisningsøkta. Elevene var tydelig vant med å lese på ei nettside om en kode, og deretter skrive av det som sto der, uten særlig kritisk vurdering av materialet. Dette belyses i Tekstboks 6:

S: «hvis dere skulle være lærere for den andre halvdel av klassen, hvordan ville dere ha undervist om dette?»

E1: «Før det første ville jeg gitt dem tilgang til google siden med én gang. Fordi da kunne de skrive av med en gang, og kunne finpusset på koden selv.»

E2: «Jeg er enig – da kunne de arbeidet lengre med programmeringen, og ikke bare sett på koden uten å gjøre noe»

S: «er poenget å skrive av? Hvorfor ville du gjort det slik?»

E1: «Joda, men det er slik vi har gjort før. Vi ser på ei side, og ser at de har satt inn A=10 for eksempel, og så har vi gjort det slikt selv da.»

S: «Tror dere man lærer mest av å skrive av koden fra ei nettside, eller at man måtte tenke litt selv om hvordan man må programmere for å få koden til å virke?»

E3: «Jeg tror det er lurt at man må tenke litt selv, men det er ikke alltid man kan alt og vet alt på forhånd, og da er det lurt å kunne skrive av.»

Tekstboks 6: Forslag til endringer av undervisningsøkta fra elevene.

Utdraget i viser at elevenes arbeidsmåte tidligere har vært å åpne ei nettside og skrive av det som har stått der, uten å tenke seg om hva som står, eller hva det betyr det som står der.

5.3. Motivasjon

Gjennom observasjon av opplevelsen i klasserommet under utførelsen av undervisningsopplegget, og gjennom intervjuet er det gjennomgående at elevene opplevde programmeringsøkta som motiverende og engasjerende.

I klasserommet osset det av engasjement blant elevene. Det vistes tydeligst når de fikk tilgang til google siden, noe som resulterte i rask progresjon i programmeringen. Dette gjorde at elevgruppene begynte å få til resultater av programmeringen, og roboter man faktisk kunne styre. For gruppene som ikke var like raske, skapte dette et konkurranseelement i klassen, og det ble raskt hektisk blant elevene.

For enkelte elever ble det ekstra motiverende med effekter på roboten:

E1: «det er viktig å ha lys på roboten for å få en kul effekt til spillet etterpå».

E3: «det er gøy og holde på med sånn teknologiting da, der vi kan forske på noe, for det er mye morsommere enn vanlig naturfag der vi leser i boka og svarer på spørsmål».

Tekstboks 7: Konkrete uttalelser om motivasjon underveis i undervisningsøkta.

Elevene uttrykker i Tekstboks 7 at dette oppleves som «noe sånn teknologiting, som de voksne forsker på», noe som kan indikere en forståelse for at dette er noe som er yrkesrelevant for fremtiden, og samtidig virker morsom og arbeide med.

Videre var konkurransen et sentralt element i undervisningsøkta. Én elev la mye vekt på taktikken for kjørestil i konkurransen. De gjorde det de kunne for å modifisere roboten på en slik måte at ballongen kunne overleve lengst mulig. Dette gikk noe på bekostning av både programmeringen og forståelsen for hvorfor man burde programmere slik man burde.

5.4. Programmeringsferdighet mestring

Elevene uttrykte tydelig at de var vant med å kopiere koden direkte, enten fra lærer som forklarte, eller fra nettside som viste hva man skulle gjøre. Dette vises tydelig der en elev sier at det er «mye enklere og bruke nettsida her [Lær kida koding], for der er det litt sånn, «lag variabel v, sett skritt til 90», og litt sånn da, mens her med din nettside så står det ikke hvor man skal lete, og hva man skal se etter». Dette ble også bekreftet fra de andre elevene i gruppeintervjuet, og jeg kunne også erfare dette underveis i undervisningsøkta.

Dette gjør at programmeringsferdigheten hos elevgruppen ikke var svært høy før vi startet. På en annen side, erfarer en elev at «vi vet at vi har feil i koden en plass, fordi når vi trykka A+B, skulle bilen bråstoppe, men det gjorde den ikke». På oppfølgingsspørsmål om hvorfor de ikke søkte etter feil, ble tida før konkurransen brakt frem som hovedargument. Elevene diskuterte litt hvorfor roboten ikke fungerte som de ønsket, og konkluderte selv med at ettersom «når skjerm opp» skulle gjøre at roboten kjørte fremover, klarte den ikke og forstå når den ble «vipa til sida, og da skulle svinge». Dermed kunne elevene selv diskutere hvorfor roboten ikke gjorde som de ønsket, og klarte også å finne en fornuftig forklaring til problemet.

Fra observasjonene ser man at elevene veksler mellom å jobbe med sammenkoblinga mellom Micro:bittene med å sette opp riktig radiogruppe, samtidig som de jobber med å få motorene til å kjøre riktig.

Tekstboks 8: Kunnskapsintegrerende prosesser. Veksling mellom strukturkunnskap og systemkunnskap

5.5. Tekniske misforståelser som får konsekvenser for fagutbyttet.

Som nevnt tidligere er elevene vant til å lese på ei nettside, og skrive av det som er ført opp der. Dette gjør utforskningen av de forskjellige menyene inne i programmeringssoftwaren svært vanskelig.

E4: «Hvor finner vi valget for de her?»

Eleven peker på skjermen sin, og viser til radiogruppe.

S: «Kanskje det kan være et hint å se på fargen som er brukt, og se om du finner samme farge inne på menyen din?»

E4: «Ja, men det er jo ikke likt, det står jo bare litt her, det står ikke det som står på nettsida!»

S: «Jeg tror du finner det, om du bare leter litt, og ser etter korrekt farge, og kanskje blar litt ned i menyen»

Tekstboks 9: Elevenes forståelse av fargemenyene inne i MakeCode.

Elevene fabler veldig i blinde, og finner ingen sammenheng mellom de forskjellige blokkene som er brukt, og hvor de fins i menyene.

S: «Fikk dere den hjelpa fra meg og faglærer underveis?»

E2: «Jeg følte at dere var litt sånn hemmelighetsfulle, dere ville ikke gi oss svarene med en gang, så det var litt irriterende. Dere ville jo at vi skulle gjøre mest selv, og det var litt dumt når vi bare fikk sånne små hint da, som om dere ikke ville hjelpe oss»

Tekstboks 10: Elevenes oppfattelse av hjelp i undervisningsøkta.

Av Tekstboks 10 vises hvordan eleven leter etter noe helt spesifikt som hun har sett inne på google siden, men som hun umiddelbart ikke finner igjen i sin egen meny. Det var ikke ønskelig å fortelle direkte hvor den var, men hinte nok til at eleven selv kunne erfare at fargene inne i menyene er ganske kategoriserte, noe som gjør letingen etter noe helt spesifikt ganske mye enklere. Dette var helt nytt for elevene, og noe som var gjengs i flere grupper da de skulle skrive inn noe helt spesifikt.

Av Tekstboks 10 ser vi et elevutsagn der eleven er litt frustrert over måten vi som lærere hjalp elevene underveis i undervisningsøkta. Eleven uttrykker frustrasjon og føler han ikke fikk den hjelpa han ønsket. Dette understrekes også videre i Tekstboks 11:

S: «Tror dere at man lærer mest av om læreren bare gir bort svaret, eller om dere blir utfordret til å tenke mest selv?»

E4: «Det er jo såklart mest når vi må tenke mest selv, men det blir jo ikke rett alltid da. Men det er kanskje ikke meningen heller. Vi kan ikke bare få fasit med én gang vi står fast.»

S: «Enig. Det var litt poenget med denne økta, at dere har arbeidet i 3 uker tidligere med programmering, og har lært om alle de komponentene dere skulle ha med bortsett fra radiogrupper – sånn at dere nå kunne tenke nok selv til å programmere inn radiogruppen i det dere kunne fra før. Hvordan tenker dere at vi kunne gjort dette enda bedre da, hvis vi skulle gjøre det på nytt?»

E2: «Jeg tenker at du burde gitt ut google siden mye tidligere, slik at vi kunne skrive av tidligere, og da få bedre tid til å programmere.»

S: «Var det ikke programmering det dere gjorde før dere fikk google siden da?»

E2: «Nei, da var det mer sånn «let etter hva som er riktig», og se etter hva som kunne være riktig å bruke.»

Tekstboks 11: Elevenes forslag til endringer av undervisningsøkta.

I Tekstboks 11 bekrefter elev E4 at man lærer mest av å tenke mest selv, selv om de ikke for korrekt svar hver gang. Dette henger nok sammen med arbeidsmåtene de har brukt tidligere, og står litt i kontrast til ambisjonene jeg hadde for økta, der fokus på egen utforskning og egen erfaring skulle være det sentrale.

Elev E2 mener også at de *ikke* programmerer før de får tilgang til google siden med mine løsningsforslag. Dette mener jeg er en tydelig misforståelse, der elevene oppfatter programmering som å skrive av, eller å kopiere det som står på nett, og ikke trenger å tenke selv, eller være kritiske til det de kopierer. Jeg tenker også at dette henger sammen med arbeidsmåtene elevene har brukt tidligere.

6. Diskusjon og konklusjon

I dette kapitlet diskuterer jeg hovedfunnene fra resultatene i forrige kapittel opp mot teori. Hovedfunn som trekkes frem, er i hvor stor grad den faglige kunnskapen hos elevene kommer til syne. Dette uttrykkes spesielt gjennom intervjuet der elevene snakker om hvordan mobiltelefonen fungerer. Videre beskriver observasjonene og intervjuet hvordan elevenes forståelse av det teknologiske systemet gjør at de utvikler forståelse for samfunnet rundt seg, og at de kan overføre kunnskapen om disse enkle systemene med Micro:bits over til mer avanserte og komplekse systemer som mobiltelefonen og lignende. Elevene uttrykker også i intervjuet hvordan de fikk muligheten til å utforske fenomenet på egen hånd. Selv om elevene ikke uttrykker det eksplisitt, løfter jeg deres forståelse inn i de kunnskapsintegrerende prosessene, og ser på hvordan dette påvirker deres forståelse for konseptet sender og mottaker. I dette kapitlet vil jeg knytte sammen den tilsynelatende sprikende teorien brukt i kapittel 2, som her vil anvendt opp mot resultatene i kapittel 5. Dette kapitlet følger forskningsspørsmålene, og bygger videre på strukturen fra funnene i analysen.

6.1. Hvordan kan et undervisningsopplegg om Bit:bots fremme elevers forståelse for sender og mottaker?

Dette forskningsspørsmålet søker etter det faglige hos elevene. Det faglige kan videre deles opp i elevenes naturfaglige forståelse for sender og mottaker, og elevenes forståelse gjennom programmeringen. I dette delkapitlet redegjør jeg for begge sidene av saken, og oppsummerer dem begge til slutt.

6.1.1. Faglig forståelse

Resultatene peker på at elevene sammenligner det de har lært i denne undervisningsøkta med deres egen mobiltelefon, både med Snapchat og SMS (se for eksempel Tekstboks 2). Dette indikerer at elevene klarer å relatere det de har lært om teknologiske systemer og om trådløs kommunikasjon til noe de møter selv i hverdagen. Sett opp mot Blooms taksonomi har elevene som uttrykker denne forståelsen, løftet seg fra nivå 1 der de husker kunnskapen og gjengir denne, opp til nivå 5 der de analyserer kunnskapen og kombinerer denne til ny kunnskap. Man kan også se dette som mer inngående dybdelæring, og ikke overflatelæring (Voll & Holt, 2019). Målet med dybdelæringen er å løfte fokuset fra enkel forståelse fra de enkelte konseptene, over til mer helhetlig forståelse som bygger på tidligere kunnskap.

Man kan også si at elevene har vist forståelse ved at de forklarer hvordan mobiltelefonen deres fungerer. Elevene uttrykker ikke en direkte forståelse for programmet de har skrevet, men mer en helhetsforståelse for konseptet sender og mottaker. Taub et al. (2015) definerer dette som systemkunnskap. Fra kompetansemålet for undervisningsøkta skulle elevene forstå hvordan det teknologiske systemet fungerer. Dette uttrykker de i resultatene, for eksempel Tekstboks 2. Dette oppfatter jeg som at elevene har forstått hva det dreier seg om på et overflatenivå, men ikke har forstått fysikken bak kommunikasjonen. Det er slik jeg oppfatter kompetansemålet, der elevene skal forklare hvordan et teknisk system kommuniserer med sender og mottaker, men ikke noe mer om fysikken som ligger bak.

En annen elev uttrykker at arbeidet med programmeringen var for vanskelig. Dette vises best der eleven etterspør mer hjelp og veiledning av læreren (se Tekstboks 11). Denne forklaringen viser at eleven mener de ikke programmerte da de kunne utforske robotene på egenhånd. Dette vil si at de ligger i det lavere nivået av Futschek (2006) sine seks ferdigheter. Dette viser også at elevene ikke klarer å tenke algoritmisk, da de ikke klarer å definere problemet, og dermed ikke kan gå videre i denne stigen. Ved slike mangler, vil også elevene uttrykke seg med begreper som er like, eller nære like de som faglærer benytter. Dette indikerer at de befinner seg på et av de laveste nivåene i Blooms taksonomi (Postholm, 2014).

Én av milepælene ved undervisningsøkta var da første elevgruppe oppdaget konflikt med radiogrupperne. Standardinnstillingen i Make:code er radiogruppe=1, noe som gjorde at samtlige grupper valgte radiogruppe 1 ved oppstart. Elevene var relativt kjappe med å identifisere at deres robot ble kontrollert av noen andre, se blant annet Tekstboks 4 og Tekstboks 5. I felles klassesdiskusjon ble elevene spurt om hvordan dette kunne løses. Én elev mente at det måtte være forskjellige tall for radiogruppe, noe de raskt ble enige om. Elevene viser dermed en dypere forståelse for konseptet radiogruppe, og kunne anvende kunnskapen til å utforske videre (Postholm, 2014; Taub et al., 2015; Voll & Holt, 2019).

6.1.2. Teknisk mestring

Resultatene peker på at elevene har klart å få til en fungerende robot. Dette i seg selv er et klart svar på at elevene har mestret å programmere roboten på korrekt måte. Utdanningsdirektoratet bemerker i læreplanen at elevene etter sjette årstrinn skal mestre løkker, variabler, vilkår og funksjoner (Utdanningsdirektoratet, 2019c). I løsningsforslaget jeg publiserte for elevene på

google siden, vises et enkelt løsningsforslag og et mer avansert løsningsforslag. Alle forskningsdeltakerne valgte det enkle. Det kan imidlertid ikke påpekes noe lavere grad av mestring av det tekniske selv om de valgte den enkle løsningen, da denne inneholdt de samme vilkårene som den avanserte løsningen. Det kan heller pekes på elevenes interesse og motivasjon til å mestre oppgaven. Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 6.2.

Fra videoobservasjonene har jeg lagt merke til at elevene bruker en del tid på å mestre de tekniske ferdighetene, se blant annet Tekstboks 6, Tekstboks 7 og Tekstboks 9. Elevene som prøver dette undervisningsopplegget om tre / fem / ti år kommer til å ha helt andre forutsetninger for mestring, enn det elevene jeg undersøkte i denne oppgaven. Det er fordi elevene jeg møtte hadde svært sprikende erfaring med programmering. Om noen år skal elevene ha jobbet med kompetansemål som omfatter programmering allerede fra andre årstrinn, men helt konkret fra sjette årstrinn, da de i matematikkfaget skal «bruke variabler, løkker, vilkår, og funksjoner i programmering til å utforske geometriske figurer og mønstre» (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Dermed vil elevene ha forutsetninger for å ha kontroll på de tekniske ferdighetene, samt kjenne den algoritmiske tenkemåten, noe som gir helt andre forutsetninger for dette undervisningsopplegget enn det jeg erfarte. På en annen side har det vært svært lærerikt å være med å introdusere dette for elevene, noe jeg tror jeg vil dra fordeler av senere ved arbeid med lignende undervisningsopplegg, der elever strever eller møter motstand, eller har behov for mer komplekse arbeidsoppgaver.

Elevenes tidligere arbeidsmåte bar preg av avskrivning av kode fra LærKidsaKoding (u.å.-c). Dette ble en utfordring for min egen undervisningsøkt, da det var lagt opp til at elevene skulle utforske en god del på egenhånd. Én mulig løsning kunne jo være at man gir dem dem tilgang til google siden på et tidligere tidspunkt, men legger inn strategiske feil som elevene må oppdage. Et stort poeng med programmeringen er at den må være 100% korrekt skrevet, hvis ikke fungerer den ikke (Haraldsrud et al., 2020). Ved å legge inn et par slike feil, kunne elevene kopiere malverket inn i sin egen kode, men likevel ikke fått en fungerende robot. I min utprøving ville disse grepene kanskje ha forflyttet utforskingen, og dermed åpnet nye muligheter for å utforske fenomenet, og dermed belyst flere områder innen sender-mottakerfeltet.

6.2. Hvordan kan et slikt undervisningsopplegg fremme elevers engasjement og mestring for teknologi og programmering?

Dette forskningsspørsmålet søker etter elevenes engasjement og mestring innen fagfeltet. Dette blir et bredere syn enn i forrige delkapittel, men jeg vil ta opp enkelte resultater på nytt, men se dem opp mot andre teorier, og på den måten belyse dem fra en annen vinkel.

6.2.1. Faglig kunnskap

For at elevene skal kunne utdannes til produsenter av moderne teknologi, kreves det en god forståelse av hvordan teknologien fungerer. For å oppnå dette, kan man som lærer legge opp undervisningen på en måte som sørger for autenticitet hos elevene (Knain & Kolstø, 2011a). Dette innebærer å gå fra et hverdagslig språk til fagspråk mens man arbeider. Det innebærer at man utfordrer elevene til å delta i tenkemåten som anvendes, og til å være deltaker i arbeidsmåtene som er tradisjonelle innen naturfaget (Knain & Kolstø, 2011a).

Elevene ble utfordret til å bruke kompetansen de har ervervet tidligere for å kunne forstå hvordan de skulle programmere roboten til å kommunisere med fjernkontrolleren. Én elev uttrykker at han ikke føler at læreren gav den hjelpa han ønsket seg (se Tekstboks 10). Dette henger også sammen med hvordan elevene skulle kunne anvende kunnskapene sine, og sette de sammen med ny kunnskap, for å kunne forstå fenomenet de arbeidet med. Sjøberg (2009) beskriver hvordan den naturfaglige kunnskapen bidrar til å bli kompetent til å delta i samfunnsbeslutninger. Dette kommer til syne i resultatene (blant annet Tekstboks 5 og Tekstboks 10), der elevene er svært nære en løsning, og er veldig interessert i at læreren skal gi svaret. En helt konkret beskrivelse av en slik hendelse beskrives (i Tekstboks 5) der én elev går til ei annen gruppe for å se hvordan de har løst oppgaven.

Elevene uttrykker også at det er gøy å jobbe med «slike teknologiting» (se Tekstboks 7). Dette kan beskrives som at elevene mener at de ikke forsker på noe i den vanlige tradisjonelle undervisninga, men ved å få muligheten til å arbeide på egen hånd, og til og med delta i konkurransen, får de muligheten til å prøve ut, og tenke selv på måter å finne svaret på. Fiskum og Korsager (2017) legger mye vekt på 5E-modellen som en støttende modell til et slikt

utforskende arbeid. Elevene kan identifisere egne problemstillinger, og de kan finne egne metoder for å løse problemstillingene. Når de står fast får de behov for forklaringer, noe de kan få fra mer kompetente medelever eller andre voksne. Dette står også veldig godt i lys av tanken til Vygotsky (Postholm, 2014) der læring skjer i fellesskap, og sammen med andre.

Man kan se av resultatene der en elev helt ukritisk googler etter løsning (Tekstboks 3). Eleven har definert et problem, nemlig hvordan få to Micro:bits til å kommunisere, men har ingen oppfatning av hvordan han skal gjøre dette. For å finne løsning, søker han mer kunnskap, og googler etter veiledning. Eleven blir riktig nok avbrutt av faglærer som ønsker å dyrke samarbeidet i gruppa, og å holde dem til å tenke selv. Dette er et vanskelig dilemma som man møter i alle klasserom, i stort sett alle undervisningssituasjoner. Dermed vil slike hendelser bli en skjønnsmessig vurdering av den enkelte lærer i den enkelte situasjon. Jeg mener at eleven fint kunne brukt de veiledningene han fant på internett, men kanskje med en mer spørrende tilnærming fra faglærer ville ledet til et mer konstruktivt og klarere svar fra internettet. Videre ser vi i Tekstboks 5 der eleven kontakter meg for å spørre om det er noe i veien med å bruke samme radiogruppe. Eleven befinner seg da i fasen *utvide* fra 5E-modellen (Fiskum & Korsager, 2017), og ønsker å bygge videre på kunnskapen den allerede har. For å kunne fortsette sitt arbeid, må eleven vurdere kunnskapen han ervervet gjennom utvidetfasen, og undersøke på ny, og kanskje finne en ny forklaring på fenomenet. Slik utvidet elevene sin forståelse av arbeidet som pågikk, og de klarte å programmere Micro:bitene til å kunne sende og motta informasjon.

6.2.2. Teknisk mestring

I denne undervisningsøkta var det lagt opp til svært høy grad av frihet for elevene. Det kan nok tenkes at friheten ble litt vel høy, noe som resulterte i litt forvirring og lite fremdrift hos enkelte elevgrupper (Knain & Kolstø, 2011b). Dette er noen av de avveiningene som må tas ved et slikt undervisningsopplegg. På en annen side kunne man ha redusert antall frihetsgrader noe, og gitt elevene en mer moderert utgave, som kanskje kunne fått et annet utfall enn det jeg opplevde. Eksempel kan være å publisere Google siden noe tidligere, men legge inn et par skrivefeil på forhånd. Dermed ville elevene ha flyttet fokuset fra å skrive direkte av koden jeg presenterte, og heller brukt mer tid på å diskutere i arbeidsparene. Ved utfordring av denne typen arbeid, vil

elevene bli trent i algoritmisk tankegang (Futschek, 2006), og jeg tror deres kompetanse ville vært overførbart til andre, lignende situasjoner. Det var stort fokus på anvendelse av tidligere ervervet kunnskap i denne økta, noe som kan anses som en egen ferdighet som må trenes (Utdanningsdirektoratet, 2019d).

6.2.3. Motivasjon

Hvordan oppfattes motivasjonen hos elevene?

Én elev var svært opptatt av hvordan lysene på roboten skulle fungere. Dette ble hans fanesak gjennom programmeringen, og han la også stor vekt på dette i intervjuet. Eleven brukte en god del tid på dette underveis i undervisningsøkta. Dette viser tydelig at eleven fant noe han mestret, som han ønsket å fortsette og arbeide med, som igjen virket motiverende for eleven (Deci & Ryan, 2008). Det satte riktig nok en liten brems for fremdriften for gruppa, men eleven arbeidet engasjert, og var tydelig indre motivert av mestringen.

Konkurransen kan tenkes å ha vært et hinder for refleksjon. Med dette mener jeg at den ytre motivasjonen hos elevene var høy (Deci & Ryan, 2008), og elementet konkurranse ble svært viktig for elevene. Etersom elevene brukte mye tid på fikling i starten før de fikk ordentlig fremdrift, gikk dette på bekostning av tida elevene kunne ha brukt på å feilsøke, teste nye endringer, og prøve roboten sin på nytt. Det som kjennetegner den algoritmiske tenkeren (Utdanningsdirektoratet, 2019a) er blant annet evnen til å feilsøke, og å holde ut. I dette undervisningsopplegget kan det antas at elevene ikke brukte mye tid på feilsøking(se for eksempel Tekstboks 6), men heller fokus på å skrive av korrekt fra google siden, og dermed forvente en fungerende robot.

6.2.4. Muligheter som ligger i undervisningsopplegget.

Jeg leser av overordnet del av læreplanen, at elevene skal «utvikle egenskaper som gjør dem klare til å delta i samfunnet med respekt, toleranse og åpenhet for andres meninger enn ens egen» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Dette gjøres ved å arbeide sammen om å løse en oppgave, og de må høste av hverandres erfaringer og kompetanse for å løse oppgaven, noe også Vygotsky (Postholm, 2014) bekrefter gjennom sin sosiokulturelle teori. En videre problematisering av at elevene jobber med nevnte momenter fra lærerplanen, gjør også at de

utvikler andre egenskaper som også er fra overordnet del av læreplanen. For å kunne legge til rette for skaperglede, engasjement og utforskertrang, er det viktig at elevene får arbeide kreativt og å være skapende. I det konkrete tilfellet fra Tekstboks 10, er det utforskertrangen som møter frustrasjonen av at eleven ikke opplever den hjelpa han ønsket. Dette kan videre sees opp mot 5E-modellen (Fiskum & Korsager, 2017), der eleven opplever problemet som vanskelig, og søker mer hjelp. Istedenfor at læreren gir svaret med én gang – ber læreren om at eleven utforsker dette selv, og dermed kanskje søker kunnskapen som trengs fra andre kilder. Kildene kan eksempelvis være lærebøker, internett eller medelever. Målet med å ikke gi elevene svaret med en gang, men utfordre dem til å tenke mer selv, ønskes det at elevene resonnerer frem til hypoteser om fenomenet, og enten tenker seg til, eller opplever at konsekvensene for hypotesen stemmer, eller forkastes.

Ved å la elevene oppleve denne typen problem som eleven møter i Tekstboks 3, gjør at elevene tvinges til å tenke algoritmisk. Slik jeg tolker denne situasjonen, oppleves problemet som for vanskelig for eleven. Ifølge Futschek (2006) har ikke eleven klart å spesifisere problemet på en ordentlig måte, og kan da heller ikke klare å gå de videre stegene for å mestre oppgaven. Eleven har stagnert på trinn 1 som er evnen til å analysere problemet, og trenger hjelp til å komme videre. Sanne et al. (2016) definerer at det er relativt enkelt å gjennomføre en algoritme, men det kan være en ganske krevende tankeprosess å utvikle en egen algoritme. Dette er verdt å merke seg når man planlegger undervisning, og kanskje spesielt denne typen med høy grad av frihet (Knain & Kolstø, 2011b).

Ny måte å arbeide på for elevene.

I utprøvingen mener en elev at de burde fått tilgang til google siden mye tidligere, slik at de kunne få skrive av det som sto der (Tekstboks 11). Jeg prøvde å utfordre eleven på om hensikten var å skrive av det som sto inne på siden, eller om poenget var at elevene skulle tenke selv. Et forslag til endring kunne vært og endret det som sto i google siden til feil svar, slik at for de elevene som skrev av ukritisk, ville ikke roboten fungert, og det ville stilt krav til feilsøking hos elevene. Dette var riktignok ikke en arbeidsmåte de var vant med, og dermed kanskje ikke vært hensiktsmessig denne gangen, men jeg tror det ville vært med på å gjøre opplegget enda bedre neste gang. Ved å ha en slik tilnærming til opplegget, ville det stått i sterkt lys av konstruktivismen, se blant annet (Angell et al., 2011; Quale, 2007). Videre ville en tilnærming med mer hjelp og mer feilsøking kunne hele undervisningsøkta dreid mer fra

undersøke i 5E-modellen, til *forklare* og *utvide*. Jeg mener samtidig at på det stadiet elevene var ved gjennomføring av undersøkelsen var det hensiktsmessig og ha fokus på *undersøkelse*, da de selv skulle oppdage og ha fokus på å utforske de forskjellige funksjonene som ligger i programmeringssoftwaren. For gjennomføring på et seinere tidspunkt vil mest trolig elevene ha mer teknisk kompetanse inne programmering (Utdanningsdirektoratet, 2019c), og det vil være mer naturlig å flytte fokuset mot fasene *forklare* og *utvide*.

Kunnskapsintegrerende prosesser

Én elev etterspør en forklaring på menystrukturen inne på MakeCode (se Tekstboks 9). Der ser vi at eleven strever med å forstå konseptet med strukturkunnskap og prosedyrekunnskap, som ifølge Taub et.al (2015) er sentrale kunnskapsintegrerende prosesser. Programmeringen må forsås som en ferdighet på lik linje med å lese og skrive. Elevene i denne undersøkelsen har ikke arbeidet så mye med denne ferdigheten, og dermed ikke fått muligheten til å mestre på høyt nivå. Dette kan nok forklare situasjonen som oppstår i Tekstboks 10, der elevene føler de ikke fikk tilstrekkelig hjelp underveis i undervisningsøkta. Resultatene viser videre at elevene veksler mellom bruk av strukturkunnskap og systemkunnskap for å få roboten til å gjøre som de hadde planlagt, (blant annet Tekstboks 8). Hvis man sammenligner dette med modellen Taub et.al (2015) presenterer, vil elevene utvikle gode egenskaper innen dette faget, og de vil kunne lære enda mer om det konkrete fysikkfenomenet, mer enn å lære om den konkrete ferdigheten å kunne programmere. Dette vil man se resultatene om noen år, når Fagfornyelsen er mer etablert, og elevene starter å programmere fra tidligere årstrinn.

6.2.5. Forslag til videreutvikling av undervisning med roboter.

Mer tid til strukturert diskusjon

Starten av undervisningsøkta hadde et stort fokus på at elevene skulle undersøke mest mulig på egenhånd. Det gjorde at det tok litt tid før elevene fikk tilgang til google siden, og tiden inn mot konkurransen ble noe kort. Dette førte til at gruppene fikk kort tid til å gjennomføre flere tester av styringa på Bit:boten, og de følte litt frustrasjon før konkurransen. Dette kunne vært endret til å legge fokuset på feilsøking, men fortsatt utforskende feilsøking, der elevene selv må identifisere hvilke endringer som påvirker hva, og hvilke konsekvenser en endring vil få for roboten. Ved å sette av mer tid til at elevene kunne utforske disse endringene, kunne man også sette av litt tid der elevene måtte diskutere seg imellom hvilke parametere de ville endre, og hvorfor. Dette kunne vært med på å øke deres faglige forståelse av hvordan en sender og mottaker fungerer, og det kunne gitt en dypere forståelse av det tekniske systemet de arbeidet med. Ved å inkludere en konkurranse i undervisningssituasjonen, og kanskje spesielt med noe så nytt som å programmere robot, gikk det på bekostning av refleksjoner og dypere faglig forståelse denne gangen. Elevene uttrykte tydelig sin indre motivasjon til å ville delta på konkurransen, som i seg selv var en faktor som påvirket som ytre motivasjon. Ved å introdusere en slik motstridende faktor, kan ha påvirket det faglige utbyttet hos elevene. Til neste gjennomføring ville jeg satt av mer tid før konkurransen, og latt elevene disponert mer tid til utforskende feilsøking.

6.3. Styrker og svakheter ved studien

I denne delen vil jeg diskutere styrker og svakheter ved studien. Jeg velger å ikke sette disse opp som punkter som enten er styrker eller svakheter, men heller vurderer punktene som både styrker og svakheter. Dette fordi enkelte av punktene jeg løfter kan tale begge veier.

Gjennomarbeidet undervisningsopplegg

Studien bygger på et godt gjennomarbeidet undervisningsopplegg som følger de nyeste trendene innen utdanningsforskning (Fiskum & Korsager, 2017; Holt et al., 2019; Utdanningsdirektoratet, 2020b, 2020c). Undervisningsopplegget er konstruert etter 5E-modellen, og bygger på tanken om utforskende undervisning. Dette er en modell som bygger videre på erfaringene gjort etter forskerspiren (Utdanningsdirektoratet, 2006), og som Knain og Kolstø (2011a) videreførte som trepunktsmodell, gjengitt i Figur 1. Jeg peker på enkelte forbedringspunkter for undervisningsopplegget, blant annet å legge inn elementer av feil i løsningsforslaget som presenteres for elevene. Ved å gjøre dette, mener jeg elevene utfordres i flere av begrepene og arbeidsmåtene som presenteres som *den algoritmiske tenkeren* Figur 4 (Utdanningsdirektoratet, 2019a).

Bidrag til å forstå hva kompetansemålet kan innebære

I denne studien har jeg kommet med en forståelse for hva denne kompetansemålet kan innebære, og hvordan man kan undervise i dette. Ved første øyekast på læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019d) er det ikke gitt hvordan man bør undervise om dette. Mitt bidrag har også vært å prøve å sette lys på hva dette krever av lærerens kompetanse. Det stilles naturlig nok krav til læreren som kompetent voksen, at man selv forstå det man skal undervise om. Dette kan problematiseres videre, og kan være til inspirasjon for videre forskning.

Vanskelighetsgraden for elevene

I løsningsforslaget elevene fikk presentert, ligger det to forskjellige vanskelighetsgrader. Ett enkelt, og ett mer avansert. Samtlige elever valgte det enkle, som bygger på konseptet om å trykke på en knapp, som registrer dette som en tallverdi, som sender denne over til den andre Micro:biten. I mottakeren registreres tallet, og den er programmert slik at roboten skal kjøre i en eller annen retning. I det avanserte løsningsforslaget registrerte senderen helningen på Micro:biten, og brukte akselerometret til å registrere tallverdier, som ble sendt til mottakeren. Etter mine observasjoner var det ingen av elevene som uttrykte evner til å forstå det avanserte

løsningsforslaget. Dette kunne derimot vært aktuelt for videreutvikling av undervisningsopplegget, og samtidig vært aktuelt for faglig sterke elever som har behov for mer utfordrende oppgaver.

Bruk av videoobservasjoner for å dokumentere elevenes arbeid

I de tidligere masteroppgavene jeg har lest, har forskeren benyttet skjermopptak eller innlevering av prøve for å dokumentere elevenes arbeid. I denne studien valgte jeg å bruke hodekamera for å se på elevenes skjerm, og samtidig få med elevenes samtaler og diskusjoner. Dette gav et mer helhetlig bilde av virkeligheten, og vil uten tvil trekkes frem som en av styrkene ved studien. Dokumentasjonsmetoden kan på en annen side gi utfordringer med tanke på utvalg og godkjenninger fra elever og foreldre. Dette kan være momenter forskere møter i andre studier.

Undersøke bare én klasse

Denne studien har samlet datamateriale fra bare én klasse. Enkelte vil kanskje argumentere for at dette er et lite utvalg, og at det er få forskningsdeltakere. I denne studien har jeg brukt mye tid på utviklingsdelen. Dette er valg man som forsker må stå for, og samtidig ta tiden i betraktning. Jeg møtte også på pandemien med Covid-19, noe som ville skapt videre utfordringer med tanke på lån av utstyr, besøk av flere klasser og involvering av flere skoler. Jeg mener at studien er godt dokumentert, og at i denne kvalitative forskningen har den besvart både forskningsspørsmål og problemstilling.

Hva ville jeg gjort om jeg skulle gjennomføre studien på nytt?

Fortløpende har jeg gjengitt flere utviklingspunkter som jeg ville tatt med dersom jeg skulle gjøre flere gjennomføringer. På en annen side er jeg godt fornøyd med tidsbruken for utviklingen av undervisningsopplegget, og tiden anvendt på databehandling og dokumentering av studien. Det ville vært interessant og fulgt en klasse med mer erfaring fra programmering, og sett om det samme undervisningsopplegget ville fungert for dem på samme måte som det gjorde for klassen jeg undersøkte.

Implikasjoner fra studien

Undervisningsopplegget stiller krav til læreren og dens kompetanse. I løpet av min studietid har jeg knapt hørt om begrepet programmering, selv om dette tidlig ble kjent gjennom utviklingstrekkene fra Ludvigsenutvalget (NOU 2015:8, 2015) og Stortingsmelding 28 (Meld. St. 28, 2015-2016). Flere og flere universiteter tilbyr etter hvert innføringskurs i programmering (Utdanningsdirektoratet, u.å.), men jeg stiller fortsatt spørsmål til hvorfor vi som nyutdannede lærere ikke møter dette i lærerutdanningen – spesielt med tanke på min studieretning med naturfag og matematikk. Dette kan også pekes på som implikasjoner til videre utvikling av både lærerutdanning og for videre studier på feltet.

For videre forskning vil jeg trekke frem utvikling av gode algoritmiske tenkere (Utdanningsdirektoratet, 2019a) som en av hovedtrekkene. Ved å utvikle gode ferdigheter innen algoritmiske tenkning, mener jeg at elevene vil kunne møte lignende utfordringer, og mer avanserte utfordringer bedre. Derfor ville det vært interessant med mer forskning innen dette.

6.4. Konklusjon

I denne studien har jeg undersøkt hva man kan oppnå ved å la elevene arbeide med roboter på ungdomstrinn.

For det første vil elevene erfare at utforskende arbeidsmåter er svært nyttig og anvendbart, og at det nytter å arbeide sammen for å finne løsningen. For det andre vil de erfare naturfaglige prosesser gjennom gjentakende prøving og feiling. For det tredje kan oppgaven være et bidrag til lærere som strever med å forstå kompetansemålet. Jeg har i denne studien utviklet et forslag til et undervisningsopplegg som kan være til hjelp for lærere som ikke har programmert før, og hjelp til å komme med et forslag til å forstå et kompetansemål jeg mener er delvis springende og noe uklart. Jeg har også bidratt til at elevene kan utvikle sin forståelse for teknologiske systemer både på et enkelt nivå med Micro:bits, og potensiale for at elevene kan programmere mer avansert, og dermed kunne forstå enda mer komplekse teknologiske systemer som helhet.

7. Referanser

- Alnes, J. H. (2017). *Hypotetisk-deduktiv metode*. Store Norske Leksikon. Hentet 28.03.2021 fra https://snl.no/hypotetisk-deduktiv_metode
- Anderson, R. (2002). Reforming Science Teaching: What Research Says About Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13, 1-12. <https://doi.org/10.1023/A:1015171124982>
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Høyskoleforlaget.
- Anker-Hansen, J. & Andréé, M. (2019). In pursuit of authenticity in science education. *Nordic Studies in Science Education*, 15(1), 54-66. <https://journals.uio.no/nordina/article/download/4723/5797>
- Barr, V. & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads*, 2(1), 48-54.
- Bergem, O. K., Goodchild, S., Henriksen, E. K., Kolstø, S., Nortvedt, G. A., Reikerås, E. & Bøe, M. V. (2014). *Realfag. Relevante-Engasjerende-Attraktive-Læreri*
- Bocconi, S., Chiocciariello, A. & Earp, J. (2018). The nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education.
- Bråten, I. (2014). Elevers læring. I M. B. Postholm, P. Haug, E. Munthe & R. J. Krumsvik (Red.), *Lærerarbeid 5-10* (2. utgave, s. 43-62). Høyskoleforlaget.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. BSCS. https://media.bsccs.org/bsccsmw/5es/bsccs_5e_full_report.pdf
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forlag.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-2271-7_3
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 49(3), 182-185. <https://doi.org/10.1037/a0012801>
- Fiskum, K. & Korsager, M. (2017, 09.08.2017). *5E-modellen i utforskende undervisning*. Naturfagsenteret. <https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2049135>

- Futschek, G. (2006). Algorithmic thinking: the key for understanding computer science. International conference on informatics in secondary schools-evolution and perspectives,
- Gjøvsund, P. & Huseby, R. (2017). *Eleven i fokus : observasjonsarbeid i skolen* (3. utg. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Haraldsrud, A. D., Sveinsson, H. A. & Løvold, H. H. (2020). *Programmering i skolen*. Universitetsforlaget.
- Heron, M. (1971). The nature of science enquiry. 79(2), 171-212. Hentet 28.03.2021, fra <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/442968>
- Holt, A., Voll, L. O. & Øyehaug, A. B. (2019). *Dybdelæring i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Hovde, K.-O. & Grønmo, S. (2020, 02.11.2020). *Algoritme*. Hentet 27.03.2021 fra <https://snl.no/algoritme>
- Hovdenak, S. S. & Stray, J. H. (2015). *Hva skjer med skolen? : en kunnskapssosiologisk analyse av norsk utdanningspolitikk fra 1990-tallet og frem til i dag*. Fagbokforl.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tuft, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg. utg.). Abstrakt forlag.
- Kennair, L. E. O. (2020, 13.03.2021). *Motivasjon*. Store Norske Leksikon. Hentet 15.04.2021 fra <https://snl.no/motivasjon>
- Klemp, T. (2012). Kvalitativ analyse og bruk av programvare. I V. L. Nilssen (Red.), *Analyse i kvalitative studier* (s. 119-136). Universitetsforlaget.
- Knain, E. & Kolstø, S. (2011a). Hvordan lykkes med utforskende arbeidsmåter. I E. Knain & S. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 255-283). Universitetsforlaget.
- Knain, E. & Kolstø, S. (2011b). Utforskende arbeidsmåter - en oversikt. I E. Knain & S. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 13-55). Universitetsforlaget.
- Knutsen, B. (2015). Utforskende arbeidsmåter i biologi. I P. van Marion & A. Strømme (Red.), *Biologididaktikk* (s. 80-103). Cappelen Damm.
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Framtid, fornyelse og digitalisering. Digitaliseringsstrategi for grunnsopplæringen 2017-2021*. Hentet 27.03.2021 fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/framtid-fornyelse-og-digitalisering/id2568347/>
- LærKidsaKoding. (u.å.-a). *Argumentasjon*. Hentet 27.03.2021 fra <https://www.kidsakoder.no/skolegammel/motivasjon/>

- LærKidsaKoding. (u.å.-b). *Kodetimen*. Hentet 27.03.2021 fra
<https://www.kidsakoder.no/kodetimen/>
- LærKidsaKoding. (u.å.-c). *Micro:bit oppgaver*. Hentet 18.10.2020 fra
<https://oppgaver.kidsakoder.no/microbit>
- LærKidsaKoding. (u.å.-d). *Om Lær Kidsa Koding*. Hentet 27.03.2021 fra
<https://www.kidsakoder.no/om-lkk/>
- Marion, P. v. (2015). Praktisk arbeid. I P. v. Marion & A. Strømme (Red.), *Biologididaktikk* (s. 104-124). Cappelen Damm.
- Meld. St. 28. (2015-2016). *Fag - Fordypning - Forståelse*.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/>
- N00b. (2020). *Bit:bot*. Hentet 05.04.2021 fra <https://oppgaver.n00b.no/micro-bit/bit-bot>
- Nilssen, V. L. (2012). *Analyse i kvalitative studier : den skrivende forskeren*.
 Universitetsforlaget.
- NOU 2014:7. (2014). *Elevenes læring i framtidens skole*. Kunnskapsdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-7/id766593/>
- NOU 2015:8. (2015). *Fremtidens skole - Fornyelse av fag og kompetanser*.
 Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/>
- OECD. (2015). *Science education for responsible citizenship* (EUR 26893 EN).
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a1d14fa0-8dbe-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode : en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (2. utgave). Universitetsforlaget.
- Postholm, M. B. (2014). Organisering og ledelse av læringsaktivitet. I M. B. Postholm, P. Haug, E. Munthe & R. J. Krumsvik (Red.), *Lærerarbeid 5-10* (2. utgave, s. 153-167). Høyskoleforlaget.
- Quale, A. (2007). Konstruktivisme i naturvitenskapen: kunnskapssyn og didaktikk. *Nordic Studies in Science Education*, 3(2), 175-188.
- Rossen, E. (2019). Programmering. I *Store norske leksikon*. Hentet 26.03.2021 fra
https://snl.no/programmering_-_IT
- Rossing, N. K. (2020). Micro:bit. Radiokommunikasjon - Forslag til undervisningsopplegg. Hentet 21.09.2020, fra
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/12108297/KreTek+MicroBit.pdf/ec2c6e18-7f25-734d-eb80-8443af06186c?t=1582900112915>

- Sanne, A., Berge, O., Bungum, B., Jørgensen, E. C., Kluge, A., Kristensen, T. E., Mørken, K. M., Svorkmo, A.-G. & Voll, L. O. (2016). *Teknologi og programmering for alle*. . <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2414205/teknologi-og-programmering-for-alle.pdf?sequence=3>
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Skolelaboratoriet. (u.å.). *Om KreTek*. Hentet 21.10.2020 fra <https://www.ntnu.no/skolelab/kretek/mer-om-prosjektet>
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (1996). *Selvoppfatning, motivasjon og læringsmiljø*. TANO.
- Smith, J. A., Larkin, M. & Flowers, P. (2009). *Interpretative phenomenological analysis : theory, method and research*. SAGE.
- Svensson, M. (2011). Tekniska system i grundskolan–kritiska aspekter som didaktisk möjlighet. *Nordic Studies in Science Education*, 7(2), 111-125.
- Taub, R., Armoni, M., Bagno, E. & Ben-Ari, M. M. (2015). The effect of computer science on physics learning in a computational science environment. *Computers & Education*, 87, 10-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.013>
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i naturfag ((NAT1-03))*. <https://www.udir.no/kl06/NAT1-03>
- Utdanningsdirektoratet. (2018). *Retningslinjer for utforming av nasjonale og samiske læreplaner for fag i LK20 og LK20S*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/forsok-og-pagaende-arbeid/Lareplangrupper/Retningslinjer-for-utforming-av-lareplaner-for-fag/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019a). Algoritmisk tenkning. Hentet 30.03.2021, fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/algoritmisk-tenkning/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019b). Dybdeløring. Hentet 07.03.2021, fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019c). *Læreplan i matematikk ((MAT01-05))*. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- Utdanningsdirektoratet. (2019d). *Læreplan i naturfag ((NAT01-04))*. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Utdanningsdirektoratet. (2020a). Hva er fagfornyelsen? Hentet 28.02.2021, fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/nye-lareplaner-i-skolen/>

Utdanningsdirektoratet. (2020b). *Kjerneelementer*. Hentet 06.10.2020 fra

<https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/kjerneelementer>

Utdanningsdirektoratet. (2020c). Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen.

Hentet 28.02.2021, fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/om-overordnet-del/>

Utdanningsdirektoratet. (u.å.). *Studietilbud*. Hentet 01.05.2021 fra [https://www.udir.no/kvalitet-](https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/etter-og-videreutdanning/studietilbud/#=undefined&d=programmering)

[og-kompetanse/etter-og-videreutdanning/studietilbud/#=undefined&d=programmering](https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/etter-og-videreutdanning/studietilbud/#=undefined&d=programmering)

Voll, L. O. & Holt, A. (2019). Dybdelæring i naturfag. I L. O. Voll, A. Holt & A. B. Øyehaug

(Red.), *Dybdelæring i naturfag* (s. 17-39). Universitetsforlaget.

Wing, J. (2014). Computational thinking benefits society. Hentet 30.03.2021, fra

<http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>

8. Vedlegg

8.1. Vedlegg 1: Google site. Beskrive innholdet

Bilder som beskriver innholdet på google siden. Link til Google Site:

<https://sites.google.com/view/bitbotmaster/start>

The screenshot shows the top of a Google Site titled "Programmering av Bit:Bot". The navigation bar includes "Start", "Enkel forklaring", "Enkelt løsningsforslag", "Avansert løsningsforslag", "Utvidelser", and "Faglig forklaring". The main heading is "Programmering av Bit:Bot". Below the heading, there is a paragraph: "På denne siden vil du finne forslag til løsninger som kan styre roboten (Bit:bot). Disse er delt inn etter vanskelighetsgrad. Ved å følge malene, kan du få den til å styre. Disse vil klare å få roboten til å kjøre, men du kan med fordel milke og trikke selv, og dermed finne en enklere, eller mer avansert løsning - som kanskje fungerer enda bedre?". This is followed by a bulleted list of links: "Hvilke hovedblokker kan være lurt å bruke?", "Enkelt løsningsforslag", "Avansert løsningsforslag", "Utvidelser", and "Faglig forklaring". At the bottom, there are two paragraphs: "For å programmere i dette prosjektet skal vi bruke Microbit classroom." and "Du trenger da to faner på din Chromebook. Én til å programmere senderen, og én til å programmere mottakeren. Det kan med fordel brukes en Ikonitofane, så unngår du konflikt mellom de to programmene. Alternativt kan dere bruke to forskjellige Chromebooker, én som koder senderen og én som koder mottakeren."

The screenshot shows the "Enkel forklaring" page. The navigation bar is the same as the previous page. The main heading is "Enkel forklaring". The page is divided into two sections. The first section shows a screenshot of the Microbit interface with a menu on the left and a code editor on the right. The menu includes "Inndata", "Musikk", "Skjerm", "Radio", "Løkker", "Logikk", "Variabler", "Matematikk", and "Avansert". The code editor shows a block "vis ikon" and a block "vis tekst 'Hello!'". The text to the right says: "Under Basis finner vi blokken for når programmet skal kjøres. Vi velger 'ved start'". The second section shows another screenshot of the Microbit interface with the same menu. The code editor shows a block "når knapp A er trykket" and a block "når risten er trykket". The text to the right says: "Under fanen Inndata finner vi blokker som krever at man gjør en bevegelse. Eksempel: Dersom du trykker knapp A, skal (...) skje."

Enkelt løsningsforslag



Sender

- Start med å velge hvilken kanal du skal sende på.
 - "Radio sett gruppe X"

Så skal vi velge hvordan vi skal styre roboten. Senderen skal sende informasjon fra den ene Micro:biten til den andre.

- Når knapp A trykkes, ønsker jeg å sende tallet 1. Mottakeren som står på Bit:boten leser dette, og skal da kjøre fremover.

- Når knapp B trykkes, ønsker jeg at Bit:boten skal kjøre bakover
- Når knapp A+B trykkes ønsker jeg at Bit:boten skal stoppe
- Når jeg vipper senderen til venstre, ønsker jeg at Bit:boten skal svinge til venstre
- Når jeg vipper senderen til høyre, ønsker jeg at Bit:boten skal svinge til høyre

Senderen følger med sitt akselerometer hvordan helningen på micro:biten er, og kan sende informasjon deretter. I dette tilfellet skal den sende tallet 3 når den heller mot venstre. Dette må jeg da huske til jeg skal programmere mottakeren som står på Bit:boten.



Mottaker

- Ved start må vi velge den samme kanalen på mottakeren som på senderen. Hvis ikke vil den ikke motta informasjonen som er sendt ut.
- Vi må også velge hvilken modell av Bit:bot vi kjører. I dette tilfellet er det Bit:bot XL.

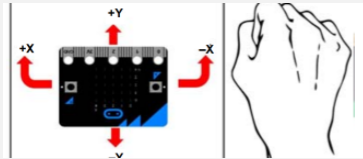
Vi ønsker at roboten kun skal kjøre når det har mottatt informasjon fra senderen. Derfor programmerer vi på følgende måte:

Når mottakeren har mottatt et tall, ønsker vi at noe skal skje.

- Hvis mottakeren mottar tallet 1, skal roboten kjøre fremover med fart 60%.

Vi bruker slike HVIS-blokker fordi mottakeren skal sjekke om det har mottatt et tall, og deretter sjekke hvilket tall det er. Dersom mottakeren har mottatt et korrekt tall, ønsker vi at roboten skal gjøre noe. Dette bestemmer vi under HVIS-blokka.

Avansert løsningsforslag



```
gjenta for alltid
  radio send verdi "x_acc" = akselerasjon (m) x *
  pause (ms) 500
  radio send verdi "y_acc" = akselerasjon (m) y *
  pause (ms) 500
ved start
  radio sett gruppe 1
```

Sender

I dette løsningsforslaget brukes [akselerometret](#) i Micro:biten for å beregne stryngen av Micro:biten.

- Vi starter med å velge korrekt kanal.
- Micro:biten måler akselerasjon i X- og Y-aksen.
- Vi velger at Micro:biten skal sende informasjon som får navnet "x_acc", som blir verdien "akselerasjon (mG) X", og samme for Y.
- Vi legger også inn en kort pause mellom hver sending for å gi roboten muligheten til å fullføre bevegelsene før vi sender ny informasjon.

Merke: her er det 50 millisekunder, så du merker ikke dette når du kjører.

```
ved start
  radio sett gruppe 1
  velg BitBot modell XL
  sett X til 0
  sett Y til 0
når radio mottar name value
  hvis name = "x_acc" så
    sett X til value
  ellers hvis name = "y_acc" så
    sett Y til value
  sett Fart-høyre til Y - X
  sett Fart-venstre til Y + X
  kjør høyre motor(er) med fart Fart-høyre
  kjør venstre motor(er) med fart Fart-venstre
```

Mottaker

Ved start:

- Vi velger samme kanal som senderen.
- Vi velger korrekt modell på Bit-boten
- Vi oppretter to **variabler** X og Y, som vi setter til 0.

Dette gjør vi fordi vi ønsker at roboten skal starte uten bevegelse.

Når roboten mottar informasjon:

- Vi benytter blokken "når radio mottar name value". Denne lytter etter informasjonen vi programmerte til å sende ut, som har fått navnet "x_acc" og "y_acc", og verdiene er definerte som de rosa blokkene over, som viser til akselerasjonen i Micro:bitsenderen.
- Videre setter vi inn HVIS-ELLERS blokk, som "søker" etter spesifikk informasjon, som den videre kan behandle.
 - Vi velger en betingelse, ("") = (""), som leser etter tekst.
 - I første betingelse bruker vi "name", og denne skal matche "x_acc".
- Hvis micro:biten leser navnet korrekt, skal den sette variabelen X til value. Dette kan hentes ved å dra ned fra det rosa feltet "Når radio mottar name value"
- Vi gjør det samme for X og Y.

Dernest må vi bestemme farten til motorene. Dette gjør vi ved å opprette to nye variabler som vi kaller "Fart-høyre" og "Fart-venstre".

Vi ønsker at variabelen skal bestemmes etter informasjonen den har mottatt fra senderen. Derfor bruker vi den matematiske beregningen;

- Fart-høyre: $Y-X$
- Fart-venstre: $Y+X$

Tilslutt bestemmer vi farten som hver motor skal kjøre roboten, etter beregningen ovenfor.

- Kjører høyre motor med fart "Fart-høyre". Dette er bestemt fra formelen ovenfor.

Utvidelser

Tips for mer lesing og forbedring av roboten ^

[Vitensentret](#)

Roboten lager lyd når du trykker på en knapp ^

Legg inn en egen kode der du sender en kommando fra senderen til mottakeren, som resulterer i at roboten lager en lyd.

Slå på lys når du trykker på en knapp v

Forskjellige lys alt etter hvor mange ganger du trykker på en knapp. v

Roboten følger en linje på golvet v

Bytte mellom fjernstyring og følge linje v

Forespørsel om deltagelse i prosjektet KreTek: Informasjonsskriv til foresatte



<...> Skole deltar som pilotskole i prosjektet **KreTek – kreativ teknologi og samskaping på ungdomstrinnet**. Prosjektet er et samarbeid mellom Trondheim Kommune og NTNU, hvor vi sammen utvikler og prøver ut nye undervisningsressurser for elever på ungdomstrinnet. Undervisningsressursene skal bidra til at elevene får arbeide mer kreativt med matematikk og naturfag gjennom bruk av teknologi. Prosjektet finansieres av Norges Forskningsråd.

Som del av prosjektet gjør vi forskning som skal bidra til å forbedre ressursene og gi ny kunnskap om elevers læring og kreativitet i realfag. Forskingen vil innebære at en liten gruppe forskere observerer undervisning og gjør video-opptak i klasserommet. Vi vil også ha uformelle samtaler med elever, intervju mindre grupper av elever, og studere produkter elever lager i undervisningen.

Vi vil ikke registrere navn eller annen informasjon om elevene utover det som er nødvendig for å gjennomføre aktivitetene. Elevene som intervjues vil bli anonymisert.

Video-opptak skal i utgangspunktet brukes til forskning, men det vil også være aktuelt å bruke utvalgte deler av videoer og bilder i lærerutdanning, kurs for lærere og i informasjonsmateriell fra prosjektet. Her vil det nok være mulig å gjenkjenne enkeltelever. Vi vil legge vekt på at materiale som brukes på denne måten framstiller elever og lærere på en positiv måte.

Prosjektet vil pågå i tre år, 2019-2022, men hver klasse vil bare delta på enkelte dager i denne tidsperioden.

Vi håper at dere som foresatte vil støtte opp om prosjektet ved å tillate at deres sønn/datter kan inngå i prosjektet som beskrevet ovenfor.

Vi ber derfor om at dere fyller ut vedlagte skjema og returnerer til elevens lærer <navn på lærer>.

På baksiden finner du og nærmere informasjon om formaliteter og rettigheter som angår personvern, samt aktuell kontaktinformasjon.

Med hilsen,

Berit Bungum,
Professor NTNU og prosjektleder for KreTek.

Kontaktinformasjon: E-post: berit.bungum@ntnu.no , tlf 73 59 18 81.

Informasjon om personvern og rettigheter i KreTek

Reservasjonsrett:

Det er mulig å reservere seg mot hele eller deler av datainnsamlingen vi planlegger. Eleven vil da få et likeverdig undervisningsopplegg, men om nødvendig i et annet rom i forbindelse med video-opptak i klasserommet. Det er mulig å gi tillatelse til bare deler av datainnsamlingen.

Rett til å trekke tillatelsen:

Dere har rett til å trekke tilbake tillatelse som er gitt, når som helst og uten begrunnelse. Ta i så fall kontakt med prosjektleder.

Innsyn og klagerett:

Dere kan når som helst få innsyn i hvilken dokumentasjon prosjektet har om deres sønn/datter, dere kan få kopi av materialet og dere kan be om å få det slettet eller at for eksempel bilder fra klasserommet hvor eleven inngår ikke offentliggjøres. Hvis deres sønn/datter skal delta i intervju vil dere få beskjed om dette på forhånd og dere kan få se hvilke spørsmål vi vil stille elevene. Dere har rett til å påklage manglende oppfølging til Datatilsynet.

Databehandling:

Ansvarlig for behandling av data i KreTek er NTNU, ved prosjektleder. Opptak og annet materiale som inneholder informasjon om elevene vil oppbevares i sikre lagringsmedier ved NTNU. Kun forskergruppa i prosjektet vil ha adgang til materialet. Dette inkluderer et begrenset antall studenter som skal arbeide med f eks masteroppgaver tilknyttet KreTek.

Det lagres ikke informasjon med fullt navn på elevene, men bruk av fornavn vil kunne forekomme. I intervjuer som skrives ut (transkriberes) vil elever og lærere anonymiseres ved å gis fiktive navn.

Materialet vil lagres i ett år etter prosjektslutt, til 31.07. 2023. Deretter slettes materialet, men deler av video-opptak og bilder basert på videoopptak fra klasserommet vil kunne bli lagret for bruk i lærerutdanning, kurs for lærere og informasjonsmateriell fra prosjektet. Foresatte kan ta stilling til om eleven kan delta spesifikt i dette i samtykkeskjemaet.

Kontaktinformasjon for personvern:

Personvernombud ved NTNU:

Thomas Helgesen, e-post: thomas.helgesen@ntnu.no , tlf 93079038

Datatilsynet:

Se <https://www.datatilsynet.no/om-datatilsynet/kontakt-oss/>

Norsk senter for forskningsdata:

Se <https://nsd.no/om/> E-post: personverntjenester@nsd.no, telefon: 55 58 21 17.

Prosjektledelse:

Prosjektleder for KreTek: Berit Bungum, e-post: berit.bungum@ntnu.no , tlf 73 59 18 81.

Samtykke til deltagelse i forskningsprosjekt KreTek



Elevens navn: _____

Skole: _____

Foresattes navn: _____

Jeg samtykker i at eleven kan delta i (sett kryss):

- Video-opptak av undervisning i klasserommet, for forskning
Dersom foresatte ikke gir samtykke til video-opptak av undervisningen vil eleven få et likeverdig undervisningsopplegg, om nødvendig i et annet rom.
- Video-opptak og bilder som kan bli vist i lærerutdanning, på kurs for lærere og i informasjonsmateriell fra prosjektet
- Intervju i gruppe (intervjuet vil innebære at elevene forteller om produkter de har laget, hva de synes de har lært og hvordan de har opplevd aktivitetene).
- At produkter eleven har laget i forbindelse med undervisningen blir analysert. Dette er del av forskningen for å forbedre undervisnings-oppleggene.

Dato og underskrift

8.3. Vedlegg 3: Intervjuguide

Intervjuguide semistrukturert gruppeintervju

- Presentasjon av meg selv og hvordan prosjektet fungerer.
- Få muntlig samtykke i tillegg til det skriftlige.
 - o Tusen takk for at de stiller opp
 - o Mulig å trekke seg når som helst frem til mai 2021.
- Har dere jobba med programmering før?
 - o Ev. hva? Hvor mye?
- Den ene gruppa forteller til den andre hvordan de kodet sin sender og mottaker:
 - o Hvorfor valgte de funksjonene?
 - o Hvordan kunne det blitt om dere endret til mer avanserte løsninger?
 - o Hvordan brukte dere google siden som støtteverktøy?
- Fortelle om hvordan senderen fungerer
- Fortelle om hvordan mottakeren fungerer.
- Hvilken radiogruppe valgte dere, og hvorfor?
- Hva hadde skjedd om ei annen gruppe valgte samme radiogruppe?
- Hadde dere med noe fancy i koden? Noe for å pimpe opp Bit:boten?
- Gjorde Bit:boten slik dere tenkte?
 - o Hvis ikke, hvorfor?
- Fikk dere nok hjelp underveis fra faglærer og meg?
 - o Hvis ikke, hvordan løste dere det?

- Hvis dere skulle være lærere for resten av klassen, hvordan ville dere gjort det?

