

Kristoffer Bjørkhaug

Teknologiske system med sender og mottaker

Masteroppgave i Lektorutdanning i realfag for trinn 8-13

Veileder: Berit Bungum

Juni 2022

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for naturvitenskap
Institutt for fysikk



Mentz Indergaard/NTNU

Kristoffer Bjørkhaug

Teknologiske system med sender og mottaker

Masteroppgave i Lektorutdanning i realfag for trinn 8-13

Veileder: Berit Bungum

Juni 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for naturvitenskap

Institutt for fysikk



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

I vårt moderne samfunn er vi omgitt av teknologi. Med innføringen av Fagfornyelsen ble teknologi satt som et eget kjerneområde i læreplanen for naturfag og blir også satt fokus på i kompetansemål som «utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» (Utdanningsdirektoratet, 2019) som gjelder for elever i ungdomsskolen. I denne masteroppgaven er det blitt gjennomført en kvalitativ, intervensjonbasert studie som ønsker å belyse hva det å *forstå* teknologiske systemer som består av en sender og mottaker betyr. Det vil bli utviklet et undervisningsopplegg som skal prøve å bidra til en slik forståelse. Dette er ment å besvare oppgavens problemstilling:

Hva kan «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» innebære for undervisning på ungdomstrinnet?

Denne studien baserer seg på et intervensjonsbasert forskningsdesign over tre faser. Den første fasen bestod av en empirisk forundersøkelse hvor fageksperter innen radioteknikk og telekommunikasjon ble intervjuet for å undersøke deres syn på fagtemaet «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker». Basert på funn fra forundersøkelsen ble det i den andre fasen gjennomført en didaktisk transposisjon for å utvikle et undervisningsopplegg. Undervisningsopplegget bestod hovedsakelig av ulike aktiviteter hvor elevene brukte en mikrokontroller kalt Micro:Bit til å utforske ulike egenskaper til radiosystemer. Dette undervisningsopplegget ble så i den tredje fasen testet ut ved en ungdomsskole. For å evaluere undervisningsoppleggets potensiale for å skape forståelse oss elevene ble det samlet inn data i form av observasjonsdata, videoopptak av elevens arbeid og lydopptak av intervjuer med elever i etterkant av undervisningsopplegget.

Basert på resultatene fra utprøvingen av det utviklede undervisningsopplegget kan vi se at undervisningsopplegget gir muligheter for at elevene kan oppleve læring innen flere av Staudenmaier og Ropohls kategorier for teknologisk kunnskap, men det ble også identifisert noen mulige utfordringer. Det virker som begrepet signaler var utfordrende for elevene, hvor muligens manglet forståelse for dets betydning. Resultatene indikerer også som at undervisningsopplegget gav elevene mulighet til erfaringsbasert læring, etter Deweys syn på læring, noe elevene trakk frem som en styrke ved undervisningsopplegget.

Abstract

In our modern society, we are surrounded by technology. With the introduction of the newest school reform in Norway, Fagfornyelsen, technology was set as a separate core area in the science curriculum and is also focused on in learning goals such as «explore, understand and create technological systems that consist of a transmitter and receiver» that apply to pupils in lower secondary school. In this master's thesis, a qualitative, intervention-based study has been carried out that wants to shed light on what it means to understand technological systems that consist of a transmitter and receiver. A teaching program will be developed that will try to contribute to such an understanding. This is intended to answer the problemstatement of the thesis:

What can «technological systems consisting of a transmitter and receiver» mean for teaching at the lower secondary level?

This study is based on an intervention-based research design over three phases. The first phase consisted of an empirical feasibility study in which experts in radio technology and telecommunications were interviewed to examine their views on the subject of «technological systems consisting of a transmitter and receiver». Based on findings from the feasibility study, a didactic transposition was carried out in the second phase to develop a teaching program. The teaching program consisted mainly of various activities where the pupils used a microcontroller called Micro:Bit to explore different properties of radio systems. This teaching program was then tested in the third phase at a secondary school. In order to evaluate the teaching program's potential for creating understanding for us pupils, data were collected in the form of observation data, video recordings of pupils' work and audio recordings of interviews with pupils after the teaching program.

Based on the results from the testing of the developed teaching program, we can see that the teaching program provides opportunities for pupils to experience learning within several of Staudenmaier and Ropohl's categories for technological knowledge, but some possible challenges were also identified. It seems that the concept of signals was challenging for the pupils, where there was possibly a lack of understanding of its meaning. The results also indicate that the teaching program gave the pupils the opportunity for experience-based learning, following Dewey's view of learning, which the pupils highlighted as a strength of the teaching program.

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem år med studier ved NTNU i Trondheim. Det var ikke før året før jeg startet ved NTNU at jeg bestemte meg for at jeg ønsket å bli lærer, for inntil da ønsket jeg heller å bli en byggingeniør. Uten å si noe stygt om byggingeniører, så er jeg veldig glad for at jeg heller valgte å bli lærer. Gjennom studier og praksis kjenner jeg at jeg at min rette plass er som en formidler. Jeg vil takke venner og medstudenter for mange gode minner opp gjennom denne studietiden.

En ekstra stor takk vil jeg rette til min fantastiske veileder, Berit Bungum. Hun har dratt, hjulpet og støttet meg gjennom dette masterprosjektet og har vært en meget god støttespiller. Jeg setter stor pris på de gode tilbakemeldingene og samtalene vi har hatt og håper at vi kan samarbeide flere ganger i fremtiden også!

Viktigst av alt vil jeg takke alle som har satt seg villig til å delta i dette forskningsprosjektet. To fageksperter, to lærere og 44 ungdomsskoleelever har deltatt i dette prosjektet. Takk til fageksperter som gav meg uvurderlige kunnskaper og synspunkter og lærere som tillot meg å «låne» deres elever og var utrolig fleksible og hjelpsomme. Takk til alle elevene som tok meg godt imot både som forsker og lærer!

Sist, men absolutt ikke minst; takk til min kjære familie som har vært en god støtte gjennom studiene og tidvis harde tider med masterskriving! Takk for gode samtaler, omsorgsfulle meldinger og hjelpende hender!

Trondheim, Juni 2022

Kristoffer Bjørkhaug

Innhold

Sammendrag	v
Abstract	vi
Forord	vii
1 Introduksjon	1
1.1 Problemstilling	2
1.2 Oppgavens struktur	3
2 Didaktiske perspektiver	5
2.1 Utforskende undervisning	5
2.1.1 Deweys læringssyn: Læring gjennom erfaringer	5
2.1.2 5E modellen	6
2.2 Teknologi	8
2.2.1 Teknologi og naturvitenskap	8
2.2.2 Kunnskap om teknologi	9
2.2.3 Teknologiske systemer	11
3 Faglige perspektiver	15
3.1 Shannons kommunikasjonsmodell	15
3.2 Radiobølger og -kommunikasjon	16
3.3 Mobilnettverket	17
3.4 Micro:Bit: Noen tekniske detaljer	18
4 Metode	21
4.1 Forskningsdesign	21

4.1.1	Fleksibelt kvalitativt design	21
4.1.2	Intervensjonsbasert forskning	22
4.1.3	Forskningsdesign i denne studien	23
4.2	Empirisk forprosjekt	25
4.2.1	Didaktisk transposisjon	26
4.2.2	Intervju av fageksperter	27
4.3	Utprøving av undervisningsopplegg	28
4.3.1	Utvalg og etiske betraktninger	29
4.3.2	Gjennomføring	29
4.3.3	Deltakende observasjon	30
4.3.4	Videopptak av elevers arbeid	31
4.3.5	Intervjuer av elever	31
4.3.6	Analytisk metode	32
5	Empirisk forundersøkelse	33
5.1	FS (i): De grunnleggende elementene	33
5.1.1	Tema: Informasjonsoverføring	34
5.1.2	Tema: Radiosystem	34
5.1.3	Tema: Teknologiske system	36
5.2	FS (ii): Grunner for å lære om temaet	38
5.2.1	Tema: Motivasjon	39
5.2.2	Tema: Allmenndannende	39
5.2.3	Tema: For abstrakt	40
5.3	FS (iii): Konkrete fenomener	41
5.4	Konklusjon for empirisk forprosjekt	42
6	Undervisningsopplegg	43

6.1	Utgangspunkt for utvikling: Didaktisk transposisjon	43
6.1.1	Empirisk forundersøkelse	44
6.1.2	Didaktiske perspektiv: 5E og Teknologisk kunnskap	45
6.2	Rammevilkår for undervisningsopplegget	46
6.3	Undervisningsopplegget	47
6.3.1	Elevaktivitet 1: Første møte med Micro:Bit	47
6.3.2	Lærerstyrt gjennomgang: Sendere og mottakere	48
6.3.3	Elevaktivitet 2: Spillet Varm potet	49
6.3.4	Elevaktivitet 3: Eksperimenter om rekkevidden	51
6.3.5	Elevaktivitet 4: Ideverksted	52
7	Resultater	53
7.1	Observasjoner fra undervisningsopplegget	53
7.1.1	Elevenes arbeid med programmering	53
7.1.2	Elevs utforskning med Micro:Bit	54
7.1.3	Elevenes oppfinnelser fra Ideverkstedet	56
7.2	Videopptak av elevers arbeid	57
7.2.1	Videopptak: Gruppe 1	58
7.2.2	Videopptak: Gruppe 2	61
7.2.3	Videopptak: Gruppe 3	62
7.3	Intervjuer med elever	64
7.3.1	Elevenes opplevelse av undervisningsopplegget	65
7.3.2	Elevenes faglige forståelse av temaet	68
8	Diskusjon	77
8.1	Hva kan essensen av kunnskapsinnholdet være?	77
8.1.1	Informasjonsoverføring	78

8.1.2	Radiosystemer	79
8.1.3	Teknologiske systemer	80
8.2	Hva er potensialet for læring?	81
8.2.1	Vitenskapelig grunnkunnskap	82
8.2.2	Ingeniørteori	85
8.2.3	Sosioteknologisk forståelse	86
8.2.4	Utforsking om rekkevidde: Verdifulle erfaringer	87
8.3	Hva var elevenes opplevelse av undervisningsopplegget?	89
8.4	Forslag til forbedring av undervisningsopplegget	90
8.5	Metoderefleksjon	92
9	Konklusjon	95
	Referanser	97
	Vedlegg	101
A	Oppgaveark til elevaktivitet 1	101
B	Presentasjon til lærerstyrt gjennomgang	107
C	Oppgaveark til elevaktivitet 2	112
D	Oppgaveark til elevaktivitet 3	115
E	Kode til elevaktivitet 3	117
F	Oppgaveark til elevaktivitet 4	118
G	Utbedret oppgaveark til elevaktivitet 2	120
H	Observasjoner: Elevoppfinnelser i klasse 1.	123
I	Intervjuguide til intervju av elever	126
J	Informasjon og samtykkeskjema til foresatte	127

1 Introduksjon

The advance of technology is based on making it fit in so that you don't really even notice it, so it's part of everyday life.

(Bill Gates i BBC, 2001).

Teknologi er en stadig større del av vår hverdag og våre liv. Noe av denne teknologien er åpenbar for alle å se, men i stadig større grad blir den skjult for oss og vi tenker mindre over den enorme kompleksiteten som hverdagslige handlinger krever. Hverdagslige ting som å bruke smarttelefonen vår til å sende en tekstmelding, søke opp noe på nettet eller sjekke nettbanken krever enormt komplekse teknologiske systemer som flesteparten av oss ikke engang aner at eksisterer.

I den siste læreplanen, Fagfornyelsen, er teknologi kommet inn som et eget kjerneelement i naturfag og trekkes frem i overordnet del av læreplanen som et element det er viktig å lære om på grunn av dets mulige påvirkning på miljøet, samfunnet og økonomien (Utdanningsdirektoratet, 2017, 2019). Elevene skal både bruke, skape og forstå teknologi, men teknologi er et vidt fagfelt som omfatter et bredt spektrum av kunnskaper, teknikker og ferdigheter. Det er ikke alltid godt å vite hva en skal fokusere på når en skal undervise om teknologi eller hva det betyr å *forstå* teknologi. Dette var en problemstilling som forskningsgruppa KreTek ved NTNU hadde kommet over. KreTek er en forskningsgruppe bestående av forskere og naturfagslærere som sammen utvikler undervisning i realfag på ungdomtrinnet som fokuserer på kreativ teknologi og samskaping Med utgangspunkt i kompetansemålet i naturfag hvor elever skal «utforske, forstå og lage teknologiske system som består av en sender og mottaker» (Utdanningsdirektoratet, 2019) har man i KreTek utviklet flere undervisningsopplegg som både inkluderer kreativ utfoldelse og faglig utforskning. Ved gjennomføringene av disse undervisningsoppleggene observert de en noe manglende faglig forståelse av dette temaet. I samtale med medlemmene kom det også frem at det var en usikkerhet rundt hva det faktisk innebar å forstå «teknologiske system som består av en sender og mottaker.»

Denne utfordringen motiverte meg til å gjennomføre en studie hvor jeg ønsker å undersøke hva det kan innebære å forstå teknologiske system som består av en sender og mottaker og hvordan vi kan undervise elever på en måte som gir de en slik forståelse. I denne masteroppgaven ønsker jeg å undersøke det faglige innholdet som «teknologiske system som består av en sender og mottaker» inneholder og transformere dette over til et undervisningsopplegg som er rettet mot å gi elever erfaringer og forståelse av temaet.

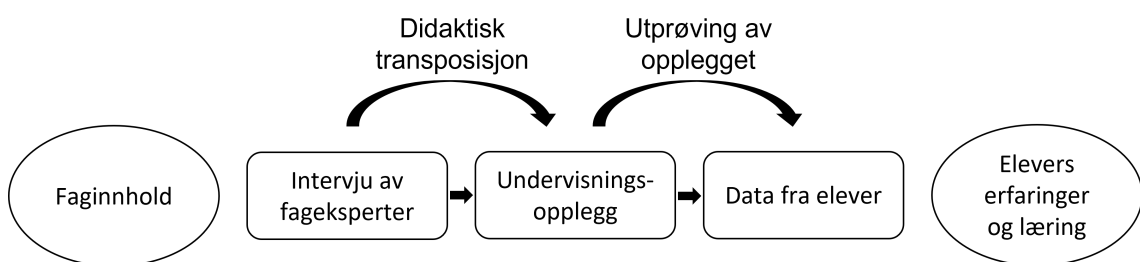
1.1 Problemstilling

I denne masteroppgaven ønsker jeg å belyse problemstillingen:

Hva kan «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» innebære for undervisning på ungdomstrinnet?

Problemstillingen referer til kompetansemålet fra lærerplanen i naturfag hvor elevene skal «utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og mottaker». Jeg vil i denne masteroppgaven fokusere på hva det vil innebære å *forstå* fagtemaet i kompetansemålet.

Med denne problemstillingen ønsker jeg da å bruke faginnholdet som dette kompetansemålet inneholder til å gi elever i ungdomsskolen erfaring og læring om faginnholdet, se figur 1. Både temaets faginnhold og elevenes erfaringer og læring er størrelser som vanskelig kan måles eller sikkert konkluderes med. Derfor vil jeg i denne oppgaven koble disse sammen ved å først gjøre intervju med fageksperter for å undersøke faginnholdet. Basert på disse intervjuene vil jeg utvikle et undervisningsopplegg ved å gjøre en didaktisk transposisjon, som er en prosess hvor kunnskap fra et fagdomene blir transformert til innhold som kan brukes i undervisningssituasjoner. Dette undervisningsopplegget vil deretter generere data om elevenes erfaringer og læring gjennom en utprøving av undervisningsopplegget. Data fra denne utprøvingen vil så bli brukt til å gi en indikasjon om hva slags erfaringer og læring elevene potensielt har oppnådd gjennom undervisningsopplegget.



Figur 1: En oversikt over studiens forløp.

For å lettere kunne besvare oppgavens problemstillingen har jeg valgt meg tre forskningsspørsmål (FS):

FS1: Hva kan essensen av kunnskapsinnholdet være?

FS2: Hvilket potensiale for læring gir det utviklede undervisningsopplegget?

For å besvare FS1 vil jeg basere meg på funn fra intervjuer med fagekspertene. Disse intervjuene ble gjort i gjennom en empirisk forundersøkelse som en del av emnet RFEL3100 - forskningsmetoder i matematikk- og realfagsdidaktikk. Deler av teksten i denne oppgaven er hentet fra semesteroppgaven i dette faget. Valget å besvare FS1 ved å intervjuer fagekspertene er motivert i at fagpersoner som har reelle erfaringer fra fagfeltet vil kunne ha mer autentiske kunnskaper om fagfeltet som ikke ville blitt gjenspeilet av å besvare spørsmålet kun ved å undersøke faglitteratur.

Resultatet av FS1 vil deretter bli brukt til å utvikle et undervisningsopplegg rettet mot å øke elevenes forståelse av teknologiske systemer som består av en sender og mottaker. Dette undervisningsopplegget vil bli testet i en ungdomsskole. Basert på data som vil bli samlet inn i denne utprøvingen vil jeg deretter undersøke hva elevene potensielt har lært fra undervisningsopplegget og hva deres opplevelse av opplegget var, noe som vil svare på FS2 og FS3.

Svarene fra forskningsspørsmålene vil da gi et bilde av både hva slags kunnskapsinnhold som er relevant for kompetansemålet og hvordan denne kunnskapen kan brukes i et undervisningsopplegg. Samlet sett vil dette gi et bilde av hva det å forstå «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» kan innebære for undervisning på ungdomsskolen og da besvare masteroppgavens problemstilling.

1.2 Oppgavens struktur

Denne masteroppgaven består av ni kapitler. I det neste kapitlet, Didaktiske perspektiver, vil jeg presentere relevante didaktiske perspektiver. Disse vil sentrere seg rundt utforskende undervisning, teknologididaktikk og teknologiske systemer. I kapittel 3, Faglige perspektiver, vil det bli gitt en kort innføring i faglige perspektiver knyttet til kommunikasjonssystemer. Videre vil forskningsdesignet benyttet i denne studien, samt metodiske valg som er gjort, bli presentert i kapittel 4. I kapittel 5 presenteres funnene fra den empiriske forundersøkelsen, hvor to fagekspertene ble intervjuet for å få innsikt i kunnskapsinnholdet til temaet teknologiske systemer som består av en sender og mottaker. Basert på disse funnene og didaktiske perspekti-

ver ble gjort en didaktisk transposisjon for å utvikle et undervisningsopplegg. Den didaktiske transposisjonen og det utviklede undervisningsopplegget blir presentert i kapittel 6. Dette undervisningsopplegget ble så testet i skolen og resultatene fra denne utprøvingen, som inkluderer funn fra videoopptak av elevers arbeid, intervjuer med elever og observasjonsdata, vil bli presentert i kapittel 7. Disse resultatene vil så bli diskutert i kapittel 8, før masteroppgavens konklusjon i kapittel 9.

Det bemerkes igjen at deler av teksten i denne masteroppgaven er tidligere blitt brukt i forbindelse med emnet RFEL3100 og er blitt inkludert her for å kunne beskrive studien mer helhetlig. Kapitlene som stammer fra arbeid gjort i dette emnet er hovedsakelig kapittel 5, men også kapitlene 3.1 og 4.2.

2 Didaktiske perspektiver

I dette kapittelet vil det bli presentert didaktisk teori som vil bli relevant for denne studiens utvikling av et undervisningsopplegg. Kapittelet vil bli delt i to delkapitler, ett rettet mot utforskende undervisning og et rettet mot teknologididaktikk.

2.1 Utforskende undervisning

Nysgjerrighet, skaperglede og utforskertrang er viktige egenskaper for oss alle i en stadig forandrende verden for å skape nye innovasjoner og finne løsninger på fremtidens problemer. Dette er noe skolen skal vektlegge i utdanningen av elevene i alle fag, da «skaperglede, utforskertrang og engasjement» er et eget tema i den overordnede delen av læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2017).

Utforskende undervisning, eller «inquiry based education» som det refereres til på engelsk, kan defineres som prosesser i klasserommet hvor elevene belyser en problemstilling ved å samle inn data, analysere dem og konkludere basert på funnene de har gjort (Dobber et al. 2017). Utforskende undervisning vektlegger det å la elevene gjøre sine egne erfaringer. Dette var også noe John Dewey vektla i sine læringsteorier, og vi vil starte med å se på hans syn på erfaringer i læring. Deretter vil 5E modellen for utforskende undervisning bli presentert.

2.1.1 Deweys læringssyn: Læring gjennom erfaringer

«Elevene skal gjennom opplevelse, undring, utforsking og erfaring forstå verden omkring seg» (Utdanningsdirektoratet, 2019). I dette sitatet fra læreplanen i naturfag ser vi at elever skal forstå verdenen rundt seg ved hjelp av opplevelser og erfaringer. I sammenheng med undervisning som fokuserer på erfaringer og elevaktivitet så trekkes ofte John Dewey, gjerne sammen med det feilattribuerte sitatet «learning by doing». Dewey sitt syn på læring gjennom erfaringer var derimot mye dypere og mer subtilt enn det populære sitatet «learning by doing» gir inntrykk av (Wong et al. 2001).

I Wong et al. (2001) trekker forfatterne frem hvordan Dewey skilte mellom ulike typer erfaringer, hvor det var et skille mellom en vanlig erfaring og en verdifull erfaring. Den verdifulle erfaringen er en erfaring hvor intensjonen for aktiviteten blir oppfylt. Dewey så på en slik verdifull erfaring som en erfaring som hadde dramaturgiske elementer som spenningsoppbygning, konflikt og avslutning. I dette synet

starter erfaringen med en ide eller en forventning. Denne ideen skaper en spenning eller en følelse av forventning som resulterer i en handling. Her kan ideen møte andre inntrykk som kan gi konflikter, som til slutt kommer til en konklusjon eller avslutning. Det er disse dramaturgiske elementene som skiller en verdifull erfaring fra en vanlig erfaring.

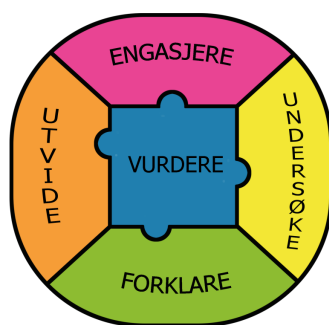
For å eksemplifisere dette kan vi se på noen elever som gjennomfører et tradisjonelt «kokebokforsøk», hvor elevene følger et sett med instruksjoner. Selv om disse elevene kan sies å ha en erfaring ved å gjøre forsøket, vil de dramaturgiske elementene kunne mangle siden elevene vil kunne mangle en forventning og spenning til aktiviteten siden de kun skal følge en oppskrift. I stedet burde aktiviteter vekke følelser og dra elevene med seg fra en del til en annen. Skolens oppgave blir, i følge Dewey, å legge opp undervisningen slik at elevene kan oppleve slike verdifulle erfaringer og bli transformert av disse (Wong et al. 2001).

I hjerte av disse transformative erfaringene ligger elevens forventninger til erfaringen. Det er derimot ikke alle forventninger som er rettet mot det som undervises på skolen. Elever kan ha forventninger til å møte venner, til å gjøre en gøy aktivitet eller til å endelig ta helg. Dewey kaller da forventninger om noe med faglig substans for ideer. Disse ideene blir da startpunktet for verdifulle erfaringer, men det er viktig at ideer kan bli realisert til handlinger, og da en erfaring, for at ideen skal ha noe nytte (Wong et al. 2001).

Vi ser da at Deweys læringssyn er mer en bare å la elever gjøre aktiviteter og anta at de har lært av sine erfaringer, noe «learning by doing» kan tolkes som. Det handler i stedet om å vekke elevens følelser og fostre ideer som kan realiseres og føre til en verdifull erfaring. Denne erfaringen kan da gi eleven nye ideer og på denne måten bidra til flere erfaringer og mer læring.

2.1.2 5E modellen

5E modellen er en modell for å strukturere og støtte utforskende undervisning som ble utviklet på slutten av 80-tallet av Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) (Bybee et al. 2006). I modellen benyttes fem faser i undervisningen som på engelsk kalles engagement, exploraton, explanation, elaboration og evaluation, noe som gir opphav til at modellen kalles 5E. På norsk så oversettes disse fem fasene til engasjere, utforske, forklare, utvide og evaluere og blir visualisert i figur 2. Fiskum og Korsager (2017) trekker frem at disse fasene trenger ikke å følge en fastsatt rekkefølge og kan komme igjen flere ganger i løpet av undervisningen.



Figur 2: Visualisering av 5E modellen. Figur hentet fra naturfag.no.

I oppstarten av et nytt undervisningstema er det viktig å **engasjere** elevene. Dette fokuserer elevene inn på temaet som skal undervises og kan gi en motivasjon hos elevene for å lære om temaet. Dette kan gjøres ved å gi elevene en problemstilling eller å introdusere de for en problematisk situasjon (Bybee et al. 2009). Gjennom aktiviteten eller aktivitetene i denne fasen bør læreren aktivere og kartlegge elevenes forkunnskaper om temaet, noe som er viktig for å kunne adressere eventuelle alternative forestillinger og skape koblinger mellom tidligere og ny kunnskap (Fiskum & Korsager, 2017).

Når elevene er engasjert i temaet trenger de å få tid til å **undersøke** temaet gjennom praktisk eller teoretisk arbeid. Her samler elevene inn data og informasjon for å svare på en problemstilling. Ved å la elevene utforske temaet gjennom deres egne undersøkelser kan det gi elevene et større eierskap til temaet, noe som kan bidra til økt motivasjon hos elevene (Fiskum & Korsager, 2017). Hovedmålet med undersøkelsesfasen er å gi elevene et sett med felles erfaringer som senere kan bli brukt til å introdusere eller diskutere aspekter av temaet som blir undervist (Bybee et al. 2009).

I **forklare**-fasen ligger fokuset på å klargjøre konsepter, prosesser eller ferdigheter som er relevant for temaet. Gjennom forklaringsfasen vil elever og lærer kunne få et felles språk for å beskrive temaet og elevene vil kunne få støtte til å strukturere kunnskaper de har om temaet. I starten av denne fasen bør læreren basere seg på elevenes forklaringer og erfaringer for å koble deres erfaringer opp til erfaringer de har fra engasjere- eller undersøkelsesfasen. Denne fasen inkluderer ofte «tradisjonell undervisning» hvor læreren gir elevene en faglig fremstilling om temaet (Bybee et al. 2009).

Etter å ha fått undersøkt og forklart et tema er det viktig å la elevene få bruke deres kunnskaper og erfaringer i situasjoner som kan **utvide** deres forståelse av temaet. Dette kan inkludere å trekke inn flere detaljer eller mer komplekse aspekter

av temaet. I denne fasen kan også elevene introduseres for nye situasjoner hvor de må bruke erfaringene og kunnskapene de har ervervet på nye måter. Utvidelsesfasen er også viktig for å gi elevene en oversikt over temaet og fagområdet, slik at kunnskapen de har tilegnet seg ikke føles fragmentert og lite relevant (Fiskum & Korsager, 2017).

Den siste fasen i modellen er **vurdering**. Dette kan innebære både sluttvurdering og undervisvurdering og er dermed en del av hele undervisningen. I figur 2 symboliseres dette ved å la vurdering stå sentralt i modellen og være det som binder alle fasene sammen (Fiskum & Korsager, 2017). Hensikten med vurderingen er å støtte elevenes læring ved å gi tilbakemeldinger om deres fremgang mot læringsmålene for undervisningen.

2.2 Teknologi

Teknologi er et begrep som ofte blir brukt i dagligtalen og kan beskrive vidt forskjellige ting. Alt fra store og kompliserte ting som flyvinger, forbrenningsmotorer og datamaskiner til små hverdagslige ting som en tannbørste kan sies å være teknologi. Generelt kan man si at teknologi er en teknisk eller praktisk løsning av et problem og begrepet har sterke bånd til både naturvitenskap og håndverkertradisjon.

Teknologi er et fagfelt som lett blir sett på som bare «anvendt vitenskap» og dermed ser på teknologi som et fagfelt underdanig til vitenskapen. I den senere tid er det derimot kommet et større fokus på å se teknologi som et eget fagfelt som også trenger plass i skolen. I læreplanen Fagfornyelsen, innført i 2020, ble teknologi et eget kjerneelement i naturfag hvor elevene skal «forstå teknologiske prinsipper og virkemåter» (Utdanningsdirektoratet, 2019). For å forstå disse teknologiske prinsippene og virkemåtene må vi se på hvilke karakteristikker teknologi har som fagfelt.

2.2.1 Teknologi og naturvitenskap

For å karakterisere teknologi som fagfelt kan en se på forskjellene mellom naturvitenskap og teknologi. Ropohl (1997) har beskrevet forskjellene ved å se på formålet, objektene som studeres, metodologien, karakteristikkene av resultater og kriteriene for kvalitet.

Formålet med vitenskap beskrev Ropohl (1997) som «teoretisk kognisjon for sin egen skyld» (s 66, egen oversettelse). Vitenskap ønsker å øke mengden med teoretisk kunnskap for å kunne forstå verdenen. Teknologi på den andre siden har et mer pragmatisk formål. Her brukes kognisjon i den grad det kan forbedre funksjonen

eller strukturen til et teknologisk system (Ropohl, 1997).

Objektene som vitenskap studerer er naturlige fenomener. Teknologi studerer teknologiske, og da menneskelagde, systemer og fokuserer kun på naturlige fenomener når disse blir brukt i et teknologisk system. I nyere tid ser en og at teknologi i større grad undersøker sosiale dimensjoner rundt bruken av teknologiske systemer, slik at teknologi kan sies å være interdisiplinær (Ropohl, 1997).

Naturvitenskap benytter en metodologi hvor de ønsker å isolere variabler og undersøke generalisert kunnskap. Teknologi ønsker å studere reelle tekniske gjenstander som blir påvirket av et større sett av variabler. Teknologi må dermed støtte seg på modeller basert på mange faktorer, simuleringer og prototyper. Disse modellene vil være nært knyttet til den aktuelle konteksten og vil i mindre grad kunne generaliseres.

Kriteriene for kvalitet i naturvitenskapen er eksperimentell bekreftelse, teoretisk konsistens og en støtte i fagmiljøet. I teknologi blir kvalitet vurdert etter hvor godt en teknisk løsning fungerer i virkeligheten, i tillegg til hvor godt løsningen blir anerkjent og godtatt av brukerne av teknologien ,samt det teknologiske fagmiljøet. På denne måten har teknologi et mye mer pragmatisk syn på kvalitet (Ropohl, 1997).

Samlet sett er teknologi et mer pragmatisk fagfelt enn naturvitenskap hvor man jobber tett opp mot den virkelige verdenen og kombinere kunnskaper fra mange ulike fagfelt for å finne og forbedre løsninger. Teoretiske lover og kunnskaper blir i teknologi kun brukt der den viser seg å være nyttig. Dette gjør at når man jobber med teknologi så må man ha en annen innstilling og fokusere på andre ferdigheter.

2.2.2 Kunnskap om teknologi

Med et syn på teknologi som noe mer enn bare «anvendt vitenskap» kan vi også se på hvilke kunnskaper som trengs i fagområdet. Siden teknologi er et fagområde som spenner over mange ulike retninger er det ikke mulig å dekke alle mulige kunnskapsene som trengs, men man kan se visse generelle kunnskapskategorier. I Angell et al. (2019) trekker forfatterne frem fire kunnskapskategorier som Staudenmaier (1985) beskrev. Disse fire er vitenskapelig grunnferdigheter, ingeniørteori, kunnskap om problematiske forhold og tekniske ferdigheter.

Vitenskapelig grunnkunnskap er generell kunnskap om naturvitenskapens og matematikkens lover og regler. Disse kommer ofte på standardiserte og abstrakte former som må omformes for å gjøres praktisk nyttig i en konkret situasjon (Angell et al. 2019). Et eksempel på en vitenskapelig grunnkunnskap kan være Hooks lov for fjærer

som sier at det er en lineær sammenheng mellom fjærens utstrekning og kraften den utøver. I teknologiske kontekster holder det ikke bare å kunne en abstrakt naturlov, men denne må tilpasses konteksten den står i og gjøres nyttig for situasjonen den skal brukes i.

Ingeniørteori er i motsetning til vitenskapelig grunnkunnskap tett knyttet til en praktisk kontekst. Det er systematisert kunnskap som er mer basert på empirisk erfaring enn utledet teoretisk (Angell et al. 2019). Ingeniørteori har oftest ikke som mål å komme med teoretiske forklaringer, men heller ønsker å være praktisk nyttig. En fjær vil som nevnt følge Hooks lov, men denne gjelder kun for et område. Virkelige fjærer vil med for stor utstrekning eller komprimering få permanente deformasjoner. Hvilket punkt dette skjer på er avhengig av materialet fjæren er laget av og blir testet empirisk for hver ulik fjær. Slike empiriske utledede sammenhenger kan falle inn under ingeniørteori.

Kunnskap om problematiske forhold handler om kunnskap om å løse problemer som har noen generelle trekk, men ikke kan løses generelt. Her kommer inn evnen til både forutse mulige problemer og finne strategier for å løse disse når de dukker opp, ofte ved å gjøre et kompromiss (Angell et al. 2019). I vårt fjær-eksempel kunne et slikt problem være å velge hvilket materiale en fjær skal lages i, hvor ulike materialer vil kunne gi ulike fordeler og ulemper.

Den fjerde kunnskapskategorien, tekniske ferdigheter, er ren praktisk kunnskap og handler om kunnskap om hvordan bestemte verktøy eller instrumenter fungerer (Angell et al. 2019). Dette kan være ferdigheter som å operere en dreiebenk for å lage en fjær eller å kunne et programmeringsspråk for å kode et program.

Ropohl (1997) trekker også frem et kunnskapsområde han kaller sosioteknologisk forståelse. Sosioteknologisk forståelse handler om å forstå forholdet mellom den teknologiske gjenstanden, naturen og sosiale praksiser. Det handler om å forstå at en teknologisk gjenstand ikke bare må optimaliseres i forhold til tekniske parameter, men også i forhold til den psykososiale konteksten gjenstanden skal operere i. En teknologisk gjenstand må jo ikke bare fungere som en gjenstand, den må også bli akseptert og brukt av samfunnet.

I et så bredt fagfelt som teknologi er det ikke mulig å gi elevene en innføring i alle aspektene som er blitt nevnt her. Det kan dog tenkes at det å anerkjenne de mangfoldige kompetansene som ligger i fagfeltet og legge opp til at elevene har mulighet til å vise disse kan muligens gjøre at flere elever føler mestring og får anerkjent sin kompetanse.

2.2.3 Teknologiske systemer

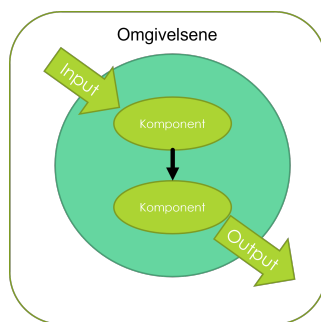
Teknologien vi bruker i dag er nesten aldri kun en del som alene utfører en oppgave. Det er nesten alltid et mangfold av ulike deler som virker sammen i store og små teknologiske systemer. Disse teknologiske systemene omgir oss på alle kanter, selv om vi ikke alltid legger merke til de. Det å kunne kommunisere med hverandre med mobiltelefoner, finne vår nøyaktige posisjon med GPS og håndtere kloakken fra husene våre er alle moderne teknologier som de fleste i dag tar for gitt, men bak disse teknologiene skjuler det seg enorme systemer som sørger for at vi kan bruke disse teknologiene uten å tenke over det. Med teknologi som et eget kjerneelement i læreplanen for naturfag er det også tydelig at det skal være en viktig del av elevenes undervisning Utdanningsdirektoratet (2019). Å gi elevene en innføring i hvordan man ser teknologier fra et systemperspektiv vil derfor kunne være til nytte for elevenes læring.

Men å lære seg om teknologiske systemer kan til tider være vanskelig og konter intuitivt, siden et teknologisk system egentlig ikke eksisterer før vi sier at det gjør det. Det er en mental abstraksjon som gjør det lettere å se en helhet. I dette delkapitlet vil karakteristikker til teknologiske systemer bli presentert, samt hvilke vansker elever kan ha med å lære seg om teknologiske systemer og hvilke strategier som kan benyttes i undervisning om de.

I Hallström og Klasander (2020) definerer forfatterne et system som noe som oppfyller en oppgave. For å kunne regnes som et teknologisk system må det ha en menneskelagd kjerne, i motsetning til naturlige systemer. Systemer består av ulike komponenter, relasjoner og koblinger mellom disse komponentene. Et system har en avgrensning til dets omgivelser som definerer hva som er en del av systemet og ikke. Omgivelsene er alt utenfor selve systemet, men omgivelsene og systemet kan interagere med hverandre gjennom inputs og outputs. En illustrasjon av relasjonene i et enkelt system kan ses i figur 1.

Et system kan også karakteriseres ved å se på flyten gjennom systemet. I et system vil det kunne være en flyt av enten materie, energi eller informasjon (Lind et al. 2019). Flyten gjennom systemet er det som gjør at systemet kan oppfylle sin funksjon. Ser vi for eksempel på kloakksystemet vil en mulig definisjon av dets formål være å transportere avføring bort fra bebodde steder. I dette systemet oppnås formålet ved en materiell flyt av vann og avføring. I et radiokommunikasjonssystem vil det heller være flyt av energi eller flyt av informasjon som oppnår systemets funksjon.

Tidligere forskning om elevers forståelse av teknologiske systemer viser at elever



Figur 3: En illustrasjon av et enkelt system.

har lettere for å beskrive teknologiske systemer som bestående av komponenter og koblinger mellom komponenter for å oppnå en funksjon enn å forklare hvordan sosioteknologiske perspektiver knyttet til systemer (Lind et al. 2019). Flyt gjennom systemet, spesielt flyt av informasjon, er også aspekter er vist å være mer krevende for elever å forstå (Lind et al. 2019; Mioduser et al. 1996).

For lærerne sin del så Hallström og Klasander (2020) at de ofte fokuserte på den teknologiske kjernen til et system eller på en enkelt teknologisk artefakt i systemet og relaterte dette til et vitenskapelig tema. Både lærere og elever viste større forståelse mer «synlige» deler av et system, som dets komponenter, struktur, inputs og outputs, men hadde større vansker med å forstå mer «usynlige» aspekter som flyt av informasjon, kontrollmekanismer og endringer av systemets oppførsel.

For å adressere disse vanskene har Hallström og Klasander (2020) fire ulike læringsstrategier som kan benyttes i undervisning om teknologiske systemer. Disse læringsstrategiene har to underliggende aspekter. Det første er at mange komplekse teknologiske systemer er gjemt og er ikke noe man vanligvis vil kunne legge merke til. Eksempler på dette kan være infrastruktur som er gjemt under bakken eller i vegger, som vannrørsystem eller elektriske systemer. Det andre aspektet er at hvert system må bli definert. Et systems komponenter og deler kan være synlige og håndfaste objekter, men systemet som helhet er en mental konstruksjon som må få sine grenser definert. Her kan diagrammer komme til nytte, da disse kan gjøre det lettere å avklare systemets form og avgrensning.

De fire læringsstrategiene som Hallström og Klasander (2020) presenterer er:

1. Grensesnitt strategien: For å starte undervisning om et teknologisk system kan det være nyttig å starte med grensesnittet mellom systemet og menneskene som bruker systemet. Skal man eksempelvis lære om kloakksystemet kan man starte med å se på hva som skjer ved toalettet og bygge ut derfra.

2. Den Holistiske strategien: Basert på et velkjent system kan man starte med å se på systemets helhetlige funksjon og oppgave og deretter identifisere viktige undersystem og komponenter. Her er det viktig å ikke begynne å se for mye på tekniske detaljer i komponentene, men heller skjule kompleksiteter for å lettere kunne se de viktigste aspektene og funksjonene til systemet.
3. Historisk strategi: Ved å følge den historiske utviklingen til et teknologisk system kan en lettere se viktige strukturer og undersystemer i et system, siden de blir innført gradvis over tid. En kan også på denne måten identifisere vanlige mønstre ved utviklingen av teknologiske systemer, som trenden av å gå fra enkelt lite system til et stort og komplekst.
4. Design strategien: Elevene kan ikke bare analysere og se på andre teknologiske systemer, men de bør også få erfaring med å designe og prototype teknologiske systemer med passende kompleksitet.

Disse fire strategiene vil kunne passe i ulike situasjoner og kan hver åpne opp for ulike diskusjoner og aktiviteter. Hallström og Klasander (2020) poengterer også at det er viktig at det legges opp til en progresjon for elevene når de lærer om teknologiske systemer. Elevene kan starte å lære om enkle systemer med få komponenter og etter hvert lære om større og mer komplekse systemer. I undervisning om slike systemer trekker forfatterne også frem at det er viktig at elevene får øve på å bestemme grensen mellom systemet og dets omgivelser. Når skillet mellom det teknologiske systemet og omgivelsene er definert vil det kunne bli lettere å fokusere på teknologien i kjernen av systemet.

3 Faglige perspektiver

I denne oppgaven står ulike kommunikasjonssystemer sentralt siden disse er teknologiske systemer med sendere og mottakere. I dette kapittelet vil det bli gitt en kort gjennomgang av relevante perspektiver knyttet til dette. Dette inkluderer en modell for hvordan kommunikasjon foregår mellom to parter, hvordan radiobølger brukes til kommunikasjon og hvordan dette brukes i mobilnettverket for å kommunisere over store avstander. Det vil også bli gjennomgått noen tekniske detaljer knyttet til Micro:Bit, siden denne mikrokontrolleren vil spille en sentral rolle i undervisningsopplegget som vil bli utviklet i denne oppgaven.

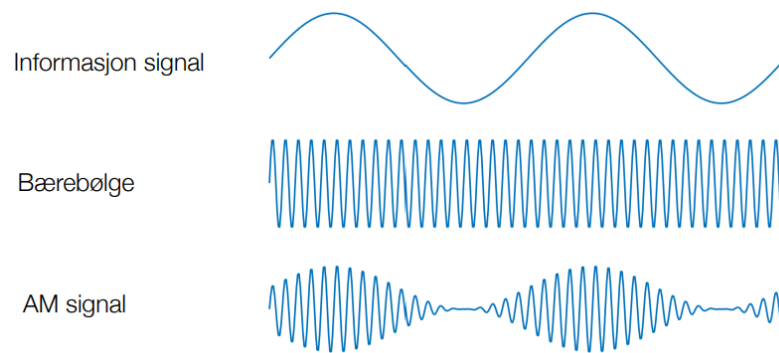
3.1 Shannons kommunikasjonsmodell

Sender og mottaker er begreper som står sentrale i kompetansemålet som denne oppgaven fokuserer på. En definisjon av disse begrepene finner vi i Shannons kommunikasjonsmodell, laget i 1948 av Claude Shannon. Dette er en modell på en generell informasjonsoverføring mellom to parter og kan benyttes til å beskrive et hvert kommunikasjonssystem. Shannons kommunikasjonsmodell består av fem ulike komponenter, illustrert i figur 4. Den første komponenten er en informasjonskilde, eller bare *kilde*, som produserer informasjonen som skal overføres. Denne informasjonen overføres til en *kanal* med hjelp av en *sender*. Kanalen er mediet som informasjonen sendes via, og kan typisk være luft for vanlig tale eller radiosignaler. I den andre enden av kanalen er det en *mottaker* som overfører informasjonen til *brukeren* av informasjonen (Shannon, 1948).

Shannons kommunikasjonsmodell ble laget mens man utviklet telekommunikasjonssystemet. I artikkelen «A mathematical theory of communication», hvor Shannon først legger frem sin modell, beskrives komponentene i denne modellen som en rekke av matematiske funksjoner eller transformasjoner. Målet var ikke å beskrive semantiske aspekter av kommunikasjon, men å se det fra et ingeniørperspektiv hvor den tekniske utfordringen var å overføre et signal fra kilden til brukeren uten å bli påvirket av støy og andre feilkilder (Shannon, 1948). Men denne kommunika-



Figur 4: En illustrasjon av Shannons kommunikasjonsmodell, basert på figur 1 i Shannon (1948).



Figur 5: En illustrasjon av amplitudemodulasjon av et signal. Et informasjonssignal kombineres med et bæresignal, eller bærebølge, og resulterer i et amplitudemodulert (AM) signal.

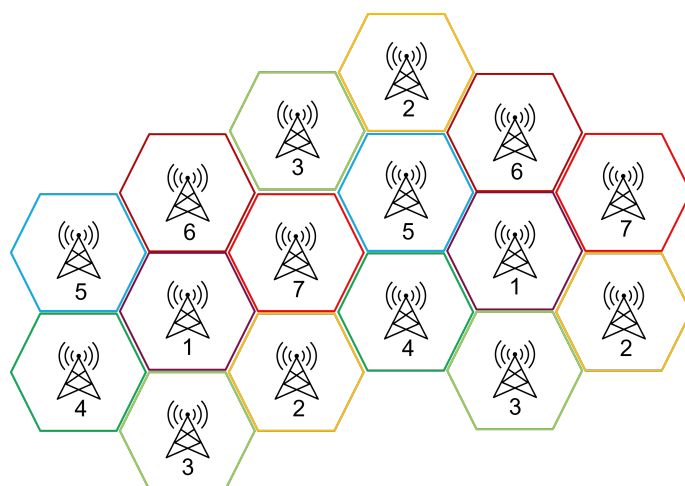
sjonsmodellen har i senere tid også blitt brukt i samfunnsvitenskap for å beskrive kommunikasjon mellom mennesker og kan da brukes i mange varierte situasjoner (Xu & Zhang, 2021).

3.2 Radiobølger og -kommunikasjon

Trådløs kommunikasjon ved hjelp av radiobølger har revolusjonert måten mennesker kommuniserer med hverandre og gitt oss en ny æra av global sammenknytning (Wulff, 2019). I dag brukes denne teknologien til alt fra å la oss høre på musikk med trådløse hodetelefoner, til å snakke med hverandre på tvers av kloden ved hjelp av mobiltelefoner og til å kommunisere med og kontrollere satellitter langt ut i verdensrommet.

Radiokommunikasjon virker ved å sende og motta radiobølger, en type elektromagnetisk stråling. Denne strålingen blir så overført til elektriske signaler når de treffer en elektrisk leder hvor de oscillerende feltene skaper en vekselspanning i lederen. I systemene ønsker vi å overføre informasjon med hjelp av radiobølgene, noe som blir gjort med modulasjon. Modulasjon er prosess hvor et bærersignal blir endret, eller modulert, av et informasjonssignal. Disse signalene kombineres og informasjonen i det kombinerte signalet kan oppdages som en endring i enten amplituden, frekvensen eller fasen i forhold til det originale bærersignalet (Wulff, 2019). En illustrasjon av amplitudemodulasjon kan ses i figur 5.

I radiokommunikasjon vil bølgeegenskapene til de elektromagnetiske strålingene kunne gi ulike svakheter og styrker til et kommunikasjonssystem. Eksempelvis vil ge-



Figur 6: Illustrasjon av hvordan sett med frekvenser blir gjenbrukt i mobilnettverket. Celler som er markert med samme tall benytter den samme gruppen med frekvenser. Illustrasjonen er basert på figur 2 i Zhang og Stojmenovic (2005).

nerelt radiosignaler med lavere frekvenser kunne propagere lengre, men vil kunne overføre mindre informasjon. Andre prosesser som påvirke radiosystemer er refleksjon, absorpsjon og diffraksjon av radiosignalene eller støy som skyldes andre enheter som sender radiosignaler på frekvenser i samme området og interfererer med signalet du ønsker å motta (Wulff, 2019). Disse utfordringene har alle blitt møtt av det moderne mobilnettverket for å sørge at sluttbrukerne kan fritt kommunisere med hverandre uten å tenke over problemene som har måtte blitt løst.

3.3 Mobilnettverket

Mobilnettverket er et radionettverk som gir trådløs tilgang til telenettverket og muliggjør kommunikasjon over store deler av kloden. I mobilnettverket dannes den trådløse forbindelsen til omverdenen ved å dele inn geografiske områder inn i ulike celler, derav det engelske navnet cellular network. I hver celle er det en basestasjon som sender og mottar radiosignaler fra mobile enheter, mobiltelefoner, og som kan videresende disse signalene til telefonnettverket (Zhang & Stojmenovic, 2005).

Hver av disse cellene er tildelt et sett med radiofrekvenser de kan benytte. Disse settene med radiofrekvenser blir gjenbrukt i celler som har stor nok avstand mellom hverandre til at de ikke skaper interferens for hverandre og dermed kan forstyrre hverandres signaler. Dette gjør at mobilnettverket får utnyttet frekvensområdet som er regulert til denne bruken på en mer effektiv måte i form av at nettverket får høyere kapasitet (Zhang & Stojmenovic, 2005). I figur 6 blir denne gjenbruken av



Figur 7: Illustrasjon av et mobilnettverk. Figur av Bedin, T, hentet fra <https://ndla.no/article/25484>.

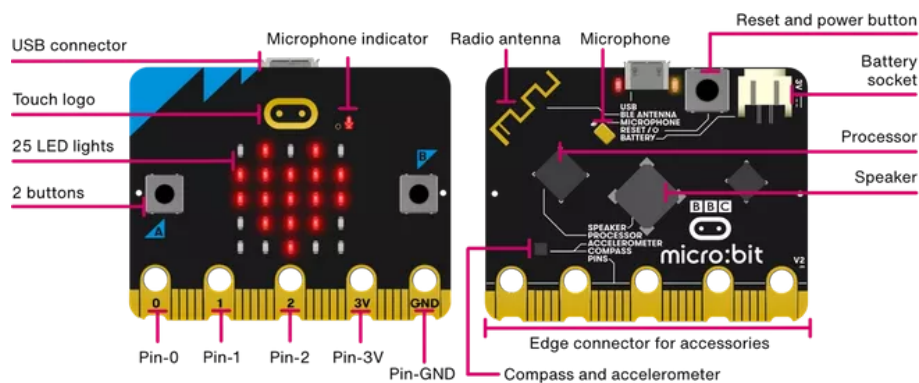
frekvensgrupper illustrert.

Mobilnettverkets celler gir en mer effektiv bruk av frekvensområdet gjør det også at mobile enheter som kobler seg til mobilnettverket, blant annet mobiltelefoner, kan oftest sende radiosignaler med mindre effekt enn om de mobile enhetene skulle kommunisere direkte (Wulff, 2019). Når to mobile enheter skal kommunisere med hverandre igjennom mobilnettverket vil først sender-enheten kommunisere med sin nærmeste basestasjon. Derfra går signalet til en telefonsentral som kontrollerer hvor signalet skal sendes. Deretter videresendes dette ut igjen til en basestasjon i området mottaker-enheten befinner seg i (Stette et al. 2021). Dette illustreres i figur 7.

3.4 Micro:Bit: Noen tekniske detaljer

Mens mobilnettverket er et verdensomspennende system av radiosendere og -mottakere, så fins det også mange eksempler på små radiosystemer som vi møter på i hverdagen. Alt fra trådløse hodetelefoner til WiFi nettverket du har i ditt hjem er eksempler på mindre systemer som benytter radioteknologi. I undervisningssammenheng er det i dag blitt vanlig å bruke en mikrokontroller kalt Micro:Bit. Med sin innebygde radioenhet, mange ulike sensorer og sin mulighet til å bli programmert med en versjon av blokkprogrammering er Micro:Bit laget for å være et enkelt og tilgjengelig verktøy som elever kan bruke for å utforske programmering og teknologi (Austin et al. 2020). I undervisningsopplegget som vil bli utviklet gjennom denne masteroppgaven vil Micro:Bit spille en viktig rolle. Derfor vil det her bli gitt en kort innføring i noen tekniske aspekter knyttet til denne mikrokontrolleren.

Micro:Bit er en mikrokontroller, et integrert kretskort som inneholder en prosessor



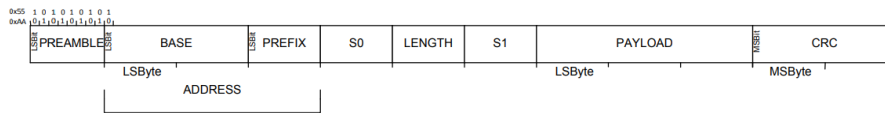
Figur 8: En oversikt over komponentene på Micro:Bit V2. Bildet hentet fra <https://microbit.org/get-started/user-guide/overview/>. CC BY-SA 4.0

og flere ulike enheter, som for eksempel minne (Larsen, 2021). I figur 8 kan vi se en oversikt over de ulike komponentene som er på Micro:Bit V2, den nyeste versjonen av mikrokontrolleren. Der er enhetens radioantenne markert på baksiden av enheten, i det øvre venstre hjørnet. Micro:Bitens radio gjør at den kan kommunisere med andre Micro:Bitere, eller andre enheter som PC eller mobiltelefoner (Rossing, 2020).

Radioenheten på Micro:Biten er laget av det norske selskapet Nordic Semiconductor og kan kommunisere på to ulike måter, «peer-to-peer connectivity» eller bluetooth (Rossing, 2020). I «peer-to-peer» kommunikasjon benyttes Nordic Semiconductor egen kommunikasjonsprotokoll og brukes for kommunikasjon mellom ulike Micro:Bit (Nordic Semiconductor, 2016; Rossing, 2020). For å kommunisere med andre enheter som mobiltelefoner eller PC brukes en bluetooth kommunikasjonsprotokoll (Meitiner & Seneviratne, 2020).

Når Micro:Bit kommuniserer i «peer-to-peer connectivity» mellom hverandre kan Micro:Biten kommunisere med en eller en gruppe av andre Micro:Bitere. Hvilke andre Micro:Bit som den kommuniserer med styres av en egenskap som kalles for en *radiogruppe*. Når informasjon sendes fra en Micro:Bit i denne modusen vil informasjonen deles opp i små pakker med data som har et fast oppsett. Dette oppsettet kan ses i figur 9. I denne figuren kan en se to deler, *base* og *prefix*, som til sammen utgjør en *adresse*. Denne adressen tilsvarer den valgte *radiogruppen* og alle Micro:Bit som er konfigurert med den samme radiogruppen vil kunne sende og motta informasjon fra hverandre (Rossing, 2020). De andre delene av datapakken gir mottakeren informasjon om lengden av informasjonen som er ment å overføres, samt andre deler som er ment å sikre at informasjonen overføres uten feil.

Når en Micro:Bit har mottatt en datapakke vil den gjøre en måling av effekten i det mottatte radiosignalet, en størrelse som kalles signalstyrken. Den målte signalstyr-



Figur 9: En oversikt over informasjonen som sendes i en datapakke. Figuren er hentet fra Nordic Semiconductor (2016).

ken blir så lagret og vil kunne bli oppgitt i enheten desibel milliwatt, dBm (Nordic Semiconductor, 2016). Desibel milliwatt er en logaritmisk skala hvor verdier sammenlignes med en referanseverdi som er lik 1 milliwatt (Johnsen & Hofstad, 2021). En signalstyrke på 0 dBm tilsvarer da en mottatt effekt på 1 mW, negative talltilsvarende lavere mottatt effekt og positive tall en høyere mottatt effekt. Micro:Bit kan sende signaler med en effekt på opptil 4 dBm og har en mottakerfølsomhet på -93 dBm (Rossing, 2020). Dette betyr at signaler som har lavere styrke enn -93 dBm ikke vil bli mottatt av Micro:Biten.

I undervisningsopplegget som vil bli utviklet i denne oppgaven vil det bli lagt opp til at elevene skal benytte seg av målinger av signalstyrken for å kunne gjøre seg erfaringer om

4 Metode

I denne masteroppgaven er en intervensjonsbasert studie blitt gjennomført, hvor intervensjonen bestod av et undervisningsopplegg som ble utviklet basert på en didaktisk transposisjon gjort på bakgrunn av intervjuer med fagpersoner og lærere samt faglitteratur. Hensikten med denne studien var å utforske hva det ville si å gi elever en forståelse om teknologiske systemer bestående av en sender og mottaker og hvordan dette kan realiseres i klasserommet. Som nevnt i kapittel 1 har dette bakgrunn i et kompetansemål for elever i naturfag, hvor elevene etter 10. trinn skal kunne «utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker» (Utdanningsdirektoratet, 2019).

I dette kapittelet vil denne masteroppgavens metoder bli presentert og diskutert. Dette innefatter å presentere forskningsdesignet som oppgaven basere seg på, hvilket datamateriale som er brukt til oppgaven samt hvordan disse datamaterialene er blitt samlet inn og analysert.

4.1 Forskningsdesign

«Forskningsdesign handler om å gjøre forskningsspørsmål om til forskningsprosjekter» (Robson & McCartan, 2016, s. 71, egen oversettelse). I forskning starter man med et spørsmål som man ønsker å besvare. Hvordan man velger å gå frem for å svare på dette spørsmålet er prosjektets forskningsdesign. Hvilket design man velger vil variere ut ifra forskningsspørsmålet, dets kontekst og formålet med å stille spørsmålet. I denne masteroppgaven har jeg valgt å benytte meg av et fleksibelt kvalitativt forskningsdesign som har aspekter av intervensjonsbaserte studier. I dette delkapittelet vil kjennetegn ved disse forskningsdesignene og mine resonnement for å bruke dem bli presentert.

4.1.1 Fleksibelt kvalitativt design

Fleksible kvalitative studier kjennetegnes ved at studien kan utvikle seg og endre retning underveis i studien (Robson & McCartan, 2016). Siden hensikten med denne masteroppgaven var å utvikle et undervisningsopplegg basert på uttalelser fra fagpersoner ville en slik innebygd fleksibilitet være ønskelig. Det gav meg muligheten til å starte opp studien med en løs og ganske generell plan som kunne bli mer spesifikk etter hvert i studien.

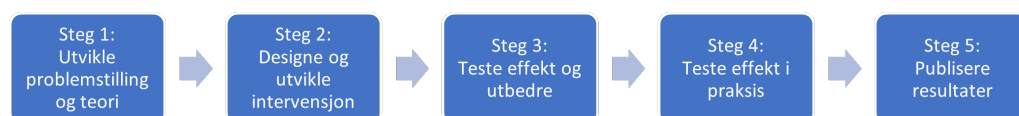
Robson og McCartan (2016) trekker frem at et kjennetegn på et godt fleksibelt design er at forskeren benytter seg av eksisterende tradisjoner for forskning, men disse må tilpasses studiens spesielle egenart. I denne masteroppgaven er forskningsdesignet informert av intervensjonsbasert forskning, men grunnet rammevilkår for masteroppgaven har designet måttet justeres.

4.1.2 Intervensjonsbasert forskning

Intervensjonsbasert forskning er ifølge Fraser og Galinsky (2010) en systematisk studie av implementeringen av en bevisst endring, en intervensjon. Karakteristikkene ved en slik studie er design og utvikling av en intervensjon som deretter implementeres. Fraser og Galinsky (2010) beskriver intervensjonsbasert forskning som en prosess som følger fem steg; utvikle problemstillingen og teori som belyser den, spesifisere intervensjonens struktur og prosess, utvikle og bekrefte endringer i en effektivitetstest, teste effektiviteten i varierte praktiske settinger og til sist publisere funn og materiale. Figur 10 viser en tilpasset og oversatt versjon av disse stegene.

Steg 1 går ut på å definere problemstillingen som intervensjonen er ment å være rettet mot og utvikle et teoretisk rammeverk for å belyse denne problemstillingen. Fraser og Galinsky (2010) anbefaler å på dette stadiet å definere nøkkelkomponentene av intervensjonen som hvilket utvalg intervensjonen skal rette seg mot og hvem som skal utføre intervensjonen, intervensjonsagenten. Disse faktorene bør vurderes i denne tidlige fasen, siden disse faktorene vil kunne påvirke hvor godt intervensjonen implementeres. Eksempelvis trekker Fraser og Galinsky (2010) frem er hvordan intervensjoner gjennomført på skoler av lærere bør planlegge fra starten av hvilke faktorene som kan påvirker lærere. Dette kan eksempelvis være at lærere opplever et press for å fullføre læreplanen.

I steg 2 designes et førsteutkast av intervensjonen. Når et slikt førsteutkast er utviklet anbefaler Fraser og Galinsky (2010) å la eksperter innen feltet komme med tilbakemeldinger på førsteutkastet. Når tilbakemeldingene er adressert gjennomføres



Figur 10: De fem stegene i intervensjonsbasert forskning. Figuren er en oversatt og tilpasset versjon av den brukt i Fraser og Galinsky (2010).

en pilotutprøving av intervensjonen. I piloten testes intervensjonens struktur og implementasjon og lite fokus vies til intervensjonens effekt. Dette gjøres i steg 3, som består av en rekke effektivitetstester. De ulike komponentene av intervensjonen testes for å evaluere deres effekt. Funn fra disse testene kan deretter benyttes til å styrke eller svekke de ulike komponentene i intervensjonen.

I steg 4 gjennomføres utprøvnings i flere varierte settinger og effektiviteten av intervensjonen i sin helhet blir testet. I motsetning til effektivitetstestene som ble gjennomført i steg 3, ønsker effektivitetstestene i dette steget å undersøke effekten av hele intervensjonen i en så virkelighetsnær setting som mulig. Deretter går man over til det siste og femte steget hvor funn fra gjennomføringen av effektivitetstestene blir publisert og materiale laget til gjennomføringen av intervensjonen blir publisert. Fraser og Galinsky (2010) påpeker at selv om de har beskrevet intervensjonsbasert forskning gjennom fem lineære steg, så vil nok reelle gjennomføringer av slik forskning kreve en mer iterativ fremgang, siden nye funn og materiale kan kreve at man må gå tilbake noen steg i metoden.

4.1.3 Forskningsdesign i denne studien

I denne studien ble det benyttet et forskningsdesign som bruker mange aspekter av intervensjonsbasert forskning, men ikke alle. Dette skyldes blant annet begrensninger på tid og ressurser tilgjengelig for et masterprosjekt. Jeg vil her gjennomgå forskningsdesignet som ble brukt i denne studien og se på hvordan aspekter av intervensjonsbasert forskning er brukt.

Steg 1 i prosessen til intervensjonsbasert forskning har i dette prosjektet blitt gjennomført som en empirisk forundersøkelse, som vil bli beskrevet i større detalj i kapittel 5. I starten av denne forundersøkelsen ble en foreløpig problemstilling formulert. Denne problemstillingen tok utgangspunkt i kompetansemålet for elever i ungdomsskolen hvor elevene skal blant annet «forstå [...] teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» (Utdanningsdirektoratet, 2019). Deretter ble det gjennomført intervjuer av fageksperter innen feltet radioteknikk og telekommunikasjon, siden dette fagfeltet ble vurdert som relevant i forhold til kompetansemålet som studiens problemstilling retter seg mot. Basert på disse intervjuene ble det gjennomført en didaktisk transposisjon av temaet «teknologiske system som består av en sender og mottaker» som dannet deler av det teoretiske rammeverket, nemlig hvilke kunnskapselementer temaet består av. Det ble også sammenfattet relevant teori, presentert i kapittel 2 og 3, for å belyse problemstillingen.

I etterkant av den empiriske forundersøkelsen ble intervensjonens rammevilkår satt,

da det ble valgt at jeg skulle virke som lærer ved gjennomføringen og at undervisningsopplegget skulle bli gjennomført i to 8. klasser ved en norsk skole. Grunnen til at jeg valgte å selv virke som lærer i gjennomføringen av intervensjonen er at jeg da ville ha større kontroll over hvordan intervensjonen ble implementert i motsetning til at elevenes vanlige lærer skulle ha gjennomført den. Dette valget ville derimot kunne påvirke elevene, siden de blir undervist av en ukjent lærer. Dette kunne ha ført til at elevene fulgte mer med i timene eller var mer positivt innstilt til undervisningen siden variasjonen en ny lærer medfører kunne øke undervisningens interesse for elevene. På de andre siden kunne en ny lærer i klasserommet også ført til at elevene fulgte mindre med i timen, siden det kan hende at elevene ikke tar undervisning fra en «vikar» så alvorlig. Valget av hvor og hvilke elever intervensjonen ble gjennomført på satte også endel rammevilkårene for undervisningen. Dette inkluderte tid som ble satt til rådighet på, samt elevenes forkunnskaper. Disse rammevilkårene vil bli diskutert i kapittel 6.2.

Med steg 1 gjennomført utviklet jeg et førsteutkast til undervisningsopplegget som ble diskutert med min veileder og en fagekspert innen temaet for å få tilbakemeldinger. Dette følger deler av steg 2 i Fraser og Galinsky (2010), men på grunn av begrenset tid til studien ble det ikke gjennomført en pilotutprøving av undervisningsopplegget. Ifølge Fraser og Galinsky (2010) sine steg skulle man på dette stadiet gjennomføre en pilotstudie som fokuserer intervensjonens struktur og implementasjon. I stedet for å bruke tid og ressurser på en slik pilot med fokus på implementasjon valgte jeg heller å bruke tid på å få gjennomført en utprøving av undervisningsopplegget i så virkelighetsnære omgivelser som studien ville tillate. En slik gjennomføring vil i Fraser og Galinsky (2010) sin modell for intervensjonsbasert forskning falle under steg 4. Steg 3 ble heller ikke gjennomført, her også på grunn av mangel av tid og ressurser en slik uttesting ville innebære.

Steg 4 ble gjennomført ved en utprøving av undervisningsopplegget i to 8. klasser ved en norsk skole. Dette ble gjort for å få en virkelighetsnær utprøving av intervensjonen i to settinger med muligheter for noe variasjon i utvalget intervensjonen ble prøvd ut på. Ideelt skulle intervensjonen blitt utprøvd i enda flere klasser ved ulike skoler, hvor elevenes vanlige lærer gjennomførte undervisningsopplegget, for å få et enda mer variert utvalg i mer virkelighetsnære settinger. Dette kunne dog ikke gjennomføres innenfor tidsrammene til denne masteroppgaven. Som tidligere nevnt gjennomførte jeg steg 4 både som lærer og forsker for å kunne ha større kontroll over gjennomføringen av intervensjonen. En beskrivelse av resultatene fra utprøvingen blir presentert i kapittel 7. Dette kapittelet, samt beskrivelsen av undervisningsopplegget i kapittel 6, fullfører steg 5 i Fraser og Galinsky (2010) sin modell.

Selv om denne studiens forskningsdesign baserer seg hovedsakelig på intervensjonsbasert forskningsdesign, så har også studien trekk av designbasert forskning. Designbasert forskning kjennetegnes blant annet ved at det gjennomføres som et samarbeid mellom forskere og praktiserende lærere, blir testet ut i reelle undervisningssituasjoner og at det legges stor vekt på designet av et undervisningsopplegg som baserer seg på et teoretisk grunnlag (Anderson & Shattuck, 2012). I denne studien ble det lagt vekt på å innhente informasjon fra fagpersoner for å danne det teoretiske grunnlaget for designet av undervisningsopplegget. Dette samarbeidet med fagpersoner, samt fokuset som ble lagt på å designe undervisningsopplegget i denne studien, kan ses på som aspekter av designbasert forskning. Denne studien gjennomfører dog ikke flere sykluser av utprøving og redesign, som er et viktig element i designbasert forskning (Anderson & Shattuck, 2012).

Datainnsamling og analyse

I løpet av studien ble det samlet inn data i to steg, først igjennom en empirisk forundersøkelse og så gjennom utprøvingen av det utviklede undervisningsopplegget. I den empiriske forundersøkelsen ble det gjennomført en didaktisk transposisjon basert på intervjuer av to fageksperter. Ved utprøvingen av undervisningsopplegget ble det gjort observasjoner, videoopptak av elevenes arbeid og intervjuer med elever. Videre i dette kapittelet vil jeg presentere metodene brukt i disse to stegene i hvert sitt delkapittel, først for den empiriske forundersøkelsen, deretter for utprøvingen av undervisningsopplegget.

4.2 Empirisk forprosjekt

I den empiriske forundersøkelsen var målet å undersøke hva det faglige innholdet i «teknologiske system som består av en sender og mottaker» faktisk var ment å være. Dette gav grunnlag for forundersøkelsens problemstilling:

Hva slags faginnhold mener fageksperter kan trenge som undervisningsinnhold i undervisning av elever i temaet «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker»?

For å besvare dette ble det gjennomført en didaktisk transposisjon, som er en prosess hvor vitenskapelig kunnskap blir omformet til innhold som passer til undervisning. Denne didaktiske transposisjonen kunne bli gjennomført basert på studie av faglitteratur, men i denne studien er det valgt å basere denne didaktiske transposisjonen

på uttalelser fra fagekspertene, eller personer med lang erfaring med forskning på universitetsnivå innen elektronikk, radioteknikk og telekommunikasjon. Dette valget er grunnlagt i at fagpersoner vil kunne inneha mer autentiske kunnskaper som muligens ikke bare vil avspeile de teoretiske aspektene om temaet, men også vil kunne gi innsikt i hvordan fagområdet ses av forskere som faktisk jobbet med temaet.

I dette delkapittelet vil jeg først presentere teori om didaktisk transposisjon og beskrive hvordan denne prosessen er brukt i den empiriske forundersøkelsen. Deretter vil de metodiske valgene knyttet til intervjuene av fagekspertene bli presentert.

4.2.1 Didaktisk transposisjon

Didaktisk transposisjon er prosessen hvor innhold tas fra et kunnskapsdomene og omformes til å passe til skolen (Duit et al. 2007). Med et kunnskapsdomene menes det her for eksempel fagfeltet fysikk, eller biologi. I disse domenene vil kunnskap eksistere innenfor et rammeverk som ikke alltid egner seg for å brukes i undervisning, siden det lettere kan føre til misforståelser. Gjennom prosessen med didaktisk transposisjon ønsker man å kunne sette kunnskapen fra fagdomenet i en struktur som gir mer mening for elever som lærer om tema for første gang (Duit et al. 2007).

Når man gjør en didaktisk transposisjon av et tema går man gjennom to prosesser, elementarisering og strukturering av innhold til bruk i undervisning. Gjennom elementariseringen av temaet finner man tak i de mest grunnleggende konseptene og ideene i temaet. Deretter settes disse grunnleggende konseptene sammen i en struktur som støtter opp for læring (Duit et al. 2007).

Den tyske didaktikeren Klafki oppsummerte denne prosessen med disse fire spørsmålene:

1. Hva er den generelle ideen som representerer innholdet av interesse? Hva er de grunnleggende fenomenene, prinsippene, lovene kriteriene, metodene, teknikkene eller holdningene som kan tas opp på en god måte når en forholder seg til innholdet?
2. Hva er innholdets signifikans for elevenes nåværende og fremtidige liv?
3. Hvordan kan innholdet fra spørsmål 1 og 2 struktureres etter pedagogiske perspektiver?
4. Hva er spesielle tilfeller, fenomener, situasjoner, eksperimenter som lar læreren gjøre strukturen til det aktuelle innholdet interessant, verdt å stille spørsmål ved, tilgjengelig og forståelig for elevene?

(Duit et al. 2007, egen oversettelse)

En tilpasset versjon av disse spørsmålene ble brukt som den empiriske forundersøkelsens forskningsspørsmål. Didaktisk transposisjon ble brukt i både Duit et al. (1997), Niebert og Gropengiesser (2013) og Reinfried et al. (2015) til å transformere vitenskapelig kunnskap over til noe som passer til undervisning. Ekspertter og fagpersoner er også blitt brukt til slike transformasjoner gjennom det som kalles Delphi studier, eksempelvis Osborne et al. (2003). Det er derimot ikke funnet en lignende studie som benytter disse metodene på temaet for denne studien, men det kan ikke utelukkes at slike er blitt gjort.

Med utgangspunkt i Klafkis fire spørsmål fra denne teorien har jeg utformet tre forskningsspørsmål som hjelper til å konkretisere hvordan jeg kan besvare problemstillingen min. Disse er:

- (i) Hva mener fagekspertter er de mest grunnleggende elementene av temaet?
- (ii) Hva mener fagekspertter er grunner for at elever skal lære om temaet?
- (iii) Hva slags konkrete fenomener og situasjoner mener fagekspertter kan være nyttige for elever for å lære seg om temaet?

I utformingen av forskningsspørsmålene har jeg valgt å ikke fokusere på det tredje spørsmålet til Klafki, som spør om hvordan innholdet bør struktureres i forhold til pedagogiske perspektiv. Dette vil bli gjort i kapittel 6, hvor funnene fra den empiriske forundersøkelsen vil bli strukturert til et undervisningsopplegg basert på pedagogiske og didaktiske perspektiv.

4.2.2 Intervju av fagekspertter

I forundersøkelsen er jeg ute etter å oppdage hvilke meninger fagekspertter har om et tema. Dette gjør at jeg har valgt å benytte meg av intervjuer for å samle inn data som grunnlag for å besvare problemstillingen, siden intervjuer kan være en effektiv måte å finne ut hva personer mener (Robson & McCartan, 2016).

Et intervju kan gjennomføres med ulik grad av struktur. I denne forundersøkelsen ble det valgt å gjennomføre intervjuet som et semi-strukturert intervju. I disse intervjuene har intervjueren ofte en forhåndsbestemt liste med spørsmål, men kan underveis i intervjuet variere fra denne listen og spørsmålene trenger ikke å bli stilt ordrett likt i alle intervjuene (Robson & McCartan, 2016). Dette gjør at intervjueren

står friere til å tilpasse spørsmålene underveis og stille oppfølgingsspørsmål. Grunnet fleksibiliteten til semi-strukturerte intervju, ble denne metoden valgt.

Utvalget av informanter var et viktig punkt i dette forprosjektet, da prosjektet ville basere seg på deres erfaringer og teoretiske kunnskaper. I forskningsgruppen KreTek hadde man tidligere samarbeidet med fagekspertter for å tilpasse faginnhold til skolen. Disse personene hadde både lang faglig bakgrunn, i tillegg til kjennskap og interesse den norske skolen, noe som gjorde disse personene passende for denne undersøkelsen. Disse personene hadde i tillegg alt deltatt i lignende intervjuundersøkelser i forbindelse mer KreTek. I disse sammenhengene var det innhentet samtykke til å gjennomføre lignende intervjuer i fremtiden også, slik at disse personene ble et beleilig valg til å spørre om å delta i dette prosjektet. To mulige informanter ble kontaktet og spurt om de var mulig til å delta på prosjektet. Disse har begge utdanning som sivilingeniør og deltatt i forskning innenfor temaer som radioteknikk og telekommunikasjon i over 20 år.

I samråd med informantene ble det avtalt å gjennomføre intervjuene på deres egne kontor. Dette ble gjort for å sørge for at informantene følte seg mest mulig bekvem under gjennomføringen med intervjuene. Intervjuene tok hver rundt 1 time å gjennomføre. I etterkant av intervjuene transkriberte jeg lydopptakene. De transkriberte intervjuene ble deretter analysert hjelp av tematisk koding, som er en generell metode for å generere mening fra kvalitativ data (Robson & McCartan, 2016). Denne analysemetoden vil også bli brukt på datamateriell fra utprøvingen av undervisningsopplegget og vil bli nøyere beskrevet i kapittel 4.3.6.

4.3 Utprøving av undervisningsopplegg

Basert på funnene fra den empiriske forundersøkelsen ble det utviklet et undervisningsopplegg, som er denne studiens intervensjon. Dette undervisningsopplegget ble så testet ut på en ungdomsskole og for å evaluere opplegget ble det gjort observasjoner, videoopptak av elevers arbeid og intervjuer av elever. I dette delkapittelet vil jeg beskrive de metodiske valgene som ble gjort i forbindelse med utprøvingen av undervisningsopplegget. Jeg vil starte med å diskutere utvalget som undervisningsopplegget ble testet på, og noen etiske betraktninger knyttet til det, deretter vil se på de ulike datakildene som ble benyttet før jeg til sist vil presentere hvordan datamaterialet ble analysert.

4.3.1 Utvalg og etiske betraktninger

Utprøvingen av undervisningsopplegget ble gjennomført i to naturfagsklasser på 8. trinn ved en norsk ungdomsskole. Utvalget av disse klassene ble gjort gjennom etablerte kontakter og er da et bekvemmelighetsvalg. Ifølge klassenes lærere var elevene faglig sett normale og hadde liten til ingen erfaring med programmering.

Før datainnsamlingen begynte ble prosjektet behandlet og godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD). I forkant av utprøvingen ble elevene informert om forskningsprosjektet, hvilket formål prosjektet hadde, elevenes rolle i prosjektet og deres rettigheter. Dette ble gjort muntlig av meg til elevene og siden elevene var i 13-14 årsalderen ble et informasjon og samtykkeskjema sendt med hjem til elevenes foresatte, siden det er krav om foresattes samtykke for barn under 16 år (Norsk senter for forskningsdata [NSD], 2020). I skjemaet ble det gitt informasjon om forskningens formål, hvilke opplysninger som skulle bli innhentet og om deres rettigheter til å reservere seg fra hele eller deler av datainnsamlingen. Det ble også informert om at elever som ikke deltar i datainnsamlingen ville få en likeverdig undervisning. En anonymisert versjon av informasjon og samtykkeskjemaet brukt i studien kan ses i vedlegg J. I tillegg til at samtykke ble hentet inn fra elevenes foresatte ble også elevene muntlig spurt om samtykke, siden deltagelse i forskning skal være frivillig (NSD, 2020).

De to klassene, som vil bli referert til som klasse 1 og klasse 2, bestod av henholdsvis 23 og 21 elever. I klasse 1 gav 12 elever samtykke til å delta på hele eller deler av datainnsamlingen, mens i klasse 2 samtykket 17 av elevene. Av de som gav samtykke ble tilfeldige elever spurt om de ønsket å delta på videoopptak og på intervjuer i etterkant av undervisningsopplegget. I klasse 1 ble det samlet inn ett videoopptak av en elevgruppe på to elever og intervjuer av tre elever. I klasse 2 ble det samlet inn to videoopptak og intervjuer av to elever.

4.3.2 Gjennomføring

Undervisningsopplegget var planlagt å vare over 5 skoletimer på 45 minutter hver. I klasse 2 ble det derimot avtalt med elevenes lærer å forlenge opplegget til 6 skoletimer, for å gi elevene noe mer tid på enkelte av aktivitetene. Undervisningsopplegget ble gjennomført slik den er beskrevet i kapittel 6 over et tidsrom på to uker.

I gjennomføringen av undervisningen var elevenes lærer til stedet som hjelpelærer. Dette ble også gjort for å prøve å normalisere situasjonen for elevene, slik at de skulle forhåpentligvis skulle føle seg tryggere i en setting hvor de skulle underviseses

av en ny og ukjent lærer. Elevenes lærer bistod også i utvelgelsen av elever som deltok i videoopptakene og intervjuene.

4.3.3 Deltakende observasjon

I denne studien ønsker jeg å svare på hva «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» kan innebære for undervisning på ungdomstrinnet. Dette vil jeg gjøre ved å undersøke et undervisningsopplegg som jeg har utviklet, noe jeg vil undersøke gjennom ulike datakilder. En av disse er gjennom observasjonsdata. Siden jeg i gjennomføringen av undervisningsopplegget vil fungere som lærer, samtidig som jeg vil observere situasjonen, vil dette klassifiseres som deltagende observasjon (Robson & McCartan, 2016).

Observasjon har flere fordeler som datakilde, siden det lar en se situasjonen som den faktisk utspiller seg i den virkelige verden (Robson & McCartan, 2016). I gjennomføringen av undervisningsopplegget kan jeg da gjøre vurderinger av hvordan elevene jobber og hvordan det virker elevene møter undervisningen. Robson og McCartan (2016) trekker også frem at observasjon er et godt supplement til intervju-data, siden det ofte vil kunne være en forskjell mellom hva informanter sier de har gjort og hva de faktisk har gjort.

Men observasjon har også mange svakheter, blant annet er det mulig at en observatør vil kunne påvirke situasjonen han observerer ved sin tilstedeværelse (Robson & McCartan, 2016). I min situasjon som deltagende observatør, så er det da en sterk mulighet for at valget mitt om at jeg fungerte som lærer og observatør påvirket hvordan elevene reagerte og oppførte seg. For å prøve å minske denne utfordringen var klassens lærer også tilstedet under gjennomføringen. Noen andre utfordringer med observasjon er selektiv fokus og selektivt forståelse av situasjonen (Robson & McCartan, 2016). Som observatør er det ikke mulig å få med seg hele bildet av en situasjon og det er lett at observatøren fokuserer mer på noen sider av en situasjon enn andre på grunn av observatørens forventninger. Det er da viktig å motvirke disse effektene ved å gå inn i observasjonssituasjonen med et objektivt og åpent sinn og prøve å spre fokuset på hele situasjonen (Robson & McCartan, 2016). Men selv om man som forsker kan prøve å holde seg så objektiv som mulig er det fortsatt ingen garantier for at observasjonsdata ikke vil bli påvirket, noe som gjør at det er viktig å supplere med andre metoder.

4.3.4 Videoopptak av elevers arbeid

Når elever jobber med utforskende oppgaver ville det være vanskelig for meg som lærer å observere nøyaktige detaljer rundt hvordan elevene jobbet med oppgaven. For å samle inn mer pålitelig informasjon om elevenes arbeid ved slike oppgaver ble det gjort videoopptak av elevenes arbeid. Dette ble gjort ved å benytte små kameraer, av typen GoPro, som ble festet til elevenes hode ved hjelp av en stroppe. Videoopptakene viste da elevenes synspunkt mens han jobbet. Dette gjorde at en kunne få innsikt i hvordan elevene jobbet, samt hva de diskuterte med sine medelever.

Et problem med videoopptak er at det kan gi store mengder data som må analyseres. I denne studien har jeg valgt å ikke analysere videoopptakene mer inngående, siden det ble lagt et større fokus på å analysere datamateriale fra intervjuene med elevene.

En annen utfordring med bruk av slike hodekameraer er personvernet til elevene som ikke ønsket å delta i slik datainnsamling. I gjennomføringen ble det passet på at eventuelle elever som ikke ønsket å være en del av opptakene jobbet i andre deler av klasserommet enn elevene som hadde hodekameraet på seg.

4.3.5 Intervjuer av elever

For å innhente informasjon om elevenes synspunkt om undervisningsopplegget og for å få noen indikasjoner om deler av elevenes læringsutbytte ble det valgt å gjennomføre individuelle intervjuer i etterkant av undervisningsopplegget.

På samme måte som intervjuene med fagekspertene ble også det valgt å gjennomføre disse intervjuene som semi-strukturerte intervjuer. Dette var for å ha fleksibiliteten til å kunne følge opp interessante temaer som kunne dukke opp underveis, noe semi-strukturerte intervjuer har (Robson & McCartan, 2016). Det ble formulert en intervjuguide med forhåndsbestemte spørsmål, men jeg som intervjuer hadde frihet til å tilpasse disse ut i fra det som dukket opp underveis i intervjuene. Intervjuguiden brukt i intervjuene av elevene kan ses i vedlegg I.

I intervjuene kunne jeg spørre om både elevenes opplevelse av undervisningsopplegget, om de oppfattet noen deler av undervisningen som utfordrende eller for lett, i tillegg til at jeg kunne spørre de spørsmål rettet mot å gi informasjon om deler av deres faglige utbytte av undervisningsopplegget. Det ble gjennomført intervjuer med 5 elever i etterkant av undervisningsopplegget, hvor hvert intervju varte i overkant av fem minutter. Det ble tatt lydopptak av intervjuene og disse ble transkribert i etterkant.

4.3.6 Analytisk metode

For å analysere data samlet inn i denne studien, både ved det empiriske forprosjektet og ved utprøvingen, ble det benyttet tematisk koding. Tematisk koding er en generell metode for å analysere kvalitativ data. Dette er en veldig fleksibel metode for å analysere kvalitativ data som gir en god måte å trekke ut de viktigste trekkene fra store datasett med kvalitativ data (Robson & McCartan, 2016). Tematisk koding blir vanligvis gjennomført ved at forskeren først gjør seg kjent med datasettet, før et sett med koder eller merkelapper til dataen blir utviklet. Disse kodene blir deretter samlet inn i ulike temaer som kan kobles sammen i et eller flere nettverk av temaer. Deretter kan man analysere disse nettverkene for å prøve å «generere mening» fra datasettet (Robson & McCartan, 2016).

Av de ulike datakildene ble det lagt mest vekt på å analysere datamaterialet samlet inn gjennom intervjuene av fagekspertene og elevene. Kodingen startet empirinært og tok utgangspunkt i datamaterialet, noe som er en induktiv tilnærming. Disse kodene ble deretter samlet inn under ulike temaer. Disse temaene ble deretter igjen samlet inn under noe forhåndsbestemte kategorier, eller overordnede temaer, bestemt ut i fra studiens fokus gjennom studiens forskningsspørsmål.

Robson og McCartan (2016) trekker frem at en mulig svakhet med tematisk koding er at det ofte blir brukt uten at hele prosessen blir beskrevet i detalj. Dette vil også være tilfellet i denne studien. Kodene og temaene som ble funnet i analysen av datamaterialet ble brukt til å organisere presentasjonen av resultatene i kapittel 5 og 7, men det er ikke blitt brukt i en stor grad i den videre arbeidet med datamaterialet.

Data samlet fra de andre datakildene ble ikke like inngående analysert som intervjuene, grunnet at disse viste seg å være mer krevende å analysere og det ble ikke nok tid til å analysere disse ordentlig. Spesielt videoopptakene av elevenes arbeid var utfordrende å analysere. I fremtidige studier ville det vært av stor interesse å kunne vie mer tid til å analysere data fra slike opptak, siden jeg tror det har potensiale for å gi god innsikt i elevers arbeid med utforskende oppgaver.

5 Empirisk forundersøkelse

I forbindelse med denne studien ble det gjennomført en empirisk forundersøkelse med formål om å finne ut hva fagekspertene innen fagtemaet radio- og telekommunikasjon mener er kunnskapsinnholdet i temaet «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker». To fagekspertene, personer med erfaring innen både forskning og undervisning på universitetsnivå innen temaene radio- og telekommunikasjon, ble intervjuet og basert på data fra disse intervjuene ble deler av en didaktisk transposisjon gjennomført. Basert på den didaktiske transposisjonen ble det identifisert ulike kunnskapselementer som kan passe for å undervise temaet «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» i skolen.

Det empiriske forprosjektet ble gjennomført som en del av emnet RFEL3100 - Forskningsmetoder i matematikk- og realfagsdidaktikk og levert som en semesteroppgave. I dette kapitlet blir deler av denne semesteroppgaven vedlagt siden det legger grunnlaget for utviklingen av undervisningsopplegget, som er denne studiens intervensjon. Teksten er stort sett den samme som den som ble levert i emnet RFEL3100, bortsett fra endel språklige tilpasninger.

Funn fra den empiriske forundersøkelsen

I dette kapitlet vil jeg presentere funnene som er gjort basert på metoden som er beskrevet i kapittel 4.2. Basert på disse funnene ønsker jeg å besvare forprosjektets problemstilling: *Hva slags faginnhold mener fagekspertene kan trenge som undervisningsinnhold i undervisning av elever i temaet «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker».*

Jeg vil gruppere funnene etter de tre forskningsspørsmålene (FS) som er benyttet i dette forprosjektet. I dette delkapitlet vil jeg presentere sitater fra intervjuene av de to fagpersonene som vil bli referert til som fagperson A og fagperson B.

5.1 FS (i): De grunnleggende elementene

Da datamaterialet ble undersøkt med hensyn på forskningsspørsmål (i), *hva mener fagekspertene er de mest grunnleggende elementene av temaet?*, ble tre temaer identifisert. Disse har jeg valgt å kalle informasjonsoverføring, radiosystem og teknologiske system. I dette delkapitlet vil jeg gå gjennom disse temaene og se på deler av datamaterialet som faller inn under disse temaene.

5.1.1 Tema: Informasjonsoverføring

Når fagpersonene ble spurt om å forklare hva et teknologisk system bestående av en sender og mottaker var for dem som fagpersoner så gav begge først svar som kan relateres til kommunikasjon eller informasjonsoverføring. Når fagperson A ble stilt spørsmålet svarte han:

«[N]år en snakker om begrepene sender og mottaker da tenker jeg, jeg bruker de begrepene i sammenheng med kommunikasjon. Og da er det naturlig å knytte seg opp mot Shannons kommunikasjonsmodell.»

Fagperson A ser dermed ut til å koble fagtemaet opp mot modellen for informasjonsoverføring som ble presentert i teorikapittelet. Denne modellen for kommunikasjon kan benyttes i veldig mange ulike situasjoner, noe som også fagperson A trekker frem; «du kan bruke den modellen på alt ifra det å skrive bok, til å holde en samtale, til å sende ting over fiber».

Fagperson B starter sin forklaring i generelle termer om informasjonsoverføring; «det handler jo mest om å overføre informasjon fra A til B og gjerne også fra B til A.» Han trekker deretter frem kommunikasjonssystemer som morse eller radiosystemer som eksempler. Generelt i intervjuet fokuserte fagperson B på ulike radiokommunikasjonssystemer, som for eksempel det moderne telefon nettverket. Dette skiller seg fra fagperson A, som i større grad benyttet seg av en mer abstrakt modell og som fokuserte i mindre grad på moderne elektroniske kommunikasjonssystem.

5.1.2 Tema: Radiosystem

I den videre forklaringen til fagperson B om teknologiske system som består av en sender og mottaker relaterte han fort sin forklaring mot erfaringer som elever kan få med slike systemer og hvilke oppgaver slike systemer kan løse. «[H]vilke muligheter gir dette her til kommunikasjon? Og hvilke begrensinger har de?». Blant mulighetene trekker fagpersonen frem muligheten for å overføre informasjon og ta avgjørelser basert på denne informasjonen. Blant begrensningene trekker fagperson B frem at det er mange parametere som kan påvirke et radiosystems rekkevidde. Blant disse parameterne er avstanden mellom senderen og mottakeren, hva slags medium eller materiale som er mellom de i tillegg til både senderens effekt og mottakerens følsomhet. Fagperson B foreslo også at alle disse parameterne kunne testes og utforskes ved å benytte seg av små kretskort kalt microbit.

Fagperson A snakket i mindre grad om spesifikke radiosystemer i sin forklaring av teknologiske systemer med sender og mottaker. Men i en senere del av intervjuet foreslo jeg en kobling mellom kompetansemålet og radiokommunikasjonssystemet som mobiltelefoner bruker i dag. På spørsmål om hva slags temaer som elever burde vite om slike radiosystemer svarte fagperson A:

«Det å se at her er det mange forskjellige typer kommunikasjon. At du kan sende informasjon over en kanal, du kan bruke et medium. Telefonen din ser du er ikke koblet til noe som helst, hvordan får den kontakt med noe som helst? Jo, det ligger faktisk en radiosender inni her, ja det gjør det! Og her fins det en radiomottaker. Så da går det an å sende informasjon herifra ut til en eller annen plass og du tar imot gjennom lufta. Poenget er det at fokuset er ikke på akkurat den senderen og mottakeren, men på systemet.

...

Også kan du si at ”okey! Men hvorfor kan ikke denne her bare sende direkte til min telefon”.

...

Også kan en si at det at disse her bølgene som jeg sender ut her de taper seg ganske fort, de rekker ikke til Oslo. Derfor så må de ha hjelp, og derfor kommuniserer jeg istedenfor med det som kalles en basestasjon som kan imot fra meg også sender det på fiber. Ikke direkte fra den til Oslo, men fiber inn til en liten repeater. Også sendes det fra plass til plass til plass også kommer det helt frem til Oslo til en ny basestasjon som så sender det ut.»

I dette sitatet kommer det frem flere elementer om radiosystemer det virker som fagperson A mener er viktige å få med. Først trekker han frem at det er ulike typer kommunikasjon som skjer i dette systemet. Dette tolker jeg som at han sikter til at kommunikasjonen vil benytte seg av ulike typer signaler, som elektriske signaler fra telefonens mikrofon til dens radiosender, radiobølger mellom telefonen og basestasjonen og lyssignaler der fiberkabler brukes. Han trekker også frem at telefonen ikke kan sende signalene hele veien frem alene, siden «signalene taper seg ganske fort». Derfor må signalet gå til basestasjoner som kan sende signaler gjennom fiber, eller fiberoptiske kabler. Signalet sendes til en ny basestasjon i nærheten av telefonen som blir oppringt, som i fagperson A sitt eksempel er i Oslo, hvor det kan bli sendt fra basestasjonen til telefonen.

Et poeng som fagperson A gjøre er at «fokuset er ikke på akkurat den senderen og mottakeren, men på systemet». Det virker dermed som at fagperson A syns det er viktigere å fokusere på hvordan radiosystemer henger sammen som et system enn å spesifikt fokusere på senderne og mottakerne. Dette vil de bli sett mer på i neste tema.

På et spørsmål om det var noen temaer fagperson B innenfor teknologiske systemer som består av sender og mottaker som elever kunne «dykke videre inn i» trakk fagperson B frem den historien til hvordan det moderne telekommunikasjonsnettverket utviklet seg. Han poengterte at et forskningsmiljø i Norge var delaktig i utviklingen av det moderne telefonsystemet som mobiltelefoner benytter seg av. Dette uttalte fagperson B kom av at Norges geografi hadde laget utfordringer for radiokommunikasjon som gjorde at et ekstra robust system måtte bli utviklet.

«Når du sender radiosignaler i slike omgivelser så vil du få reflekser ifra alle kanter som lager forstyrrelser. Ergo så måtte vi, her i Norge, ha et mobilsystem som kunne håndtere slike reflekser»

Fra sitatet kan en også se at fagperson B trekker frem hvordan reflekser fra omgivelser også kan påvirke radiokommunikasjon.

5.1.3 Tema: Teknologiske system

Fagekspertene ble også spurt om å forklare hva de mente et teknologisk system er, siden begrepet er brukt i kompetansemålet. Begge fagekspertene hadde ganske lignende forklaringer, hvor de beskrev et system som noe som består av flere deler eller komponenter som samvirker for å løse en eller flere oppgaver.

Fagperson A: «det er deler som samvirker for å oppfylle en eller flere funksjoner.»

Fagperson B: «et system består av moduler som igjen består av komponenter, som løser en oppgave.»

Fagpersonenes meninger om hva et system er virker dermed å være ganske samstemte, men noen forskjeller kommer frem når vi ser på hvilke eksempler de trekker frem når de forklarer teknologiske systemer. Når fagperson B snakker om eksempler på deler av et system bruker han begreper som komponenter, transistorer, mikrofoner og sensorer. Dette er begreper som kan relateres til elektroniske systemer, noe som

også vises i at fagperson B viser til eksempler som en mikrofon og høyttaler eller en radiosender og mottaker for å illustrere hvordan et system kan settes sammen.

Fagperson A derimot virker å ha mer generelt eller abstrakt syn på systemer. Når han illustrerer hva et teknologisk system kan være benytter fagperson A seg av eksempler som en flintøks fra steinalderen, en sprettert eller en pil og bue. Alle disse eksemplene påpeker fagperson A er teknologiske systemer, « fordi det var noe menneske laget for å oppnå noen ting.» Dette viser at et teknologisk system ikke trenger å være elektronisk. Kombinert med at begrepene sender og mottaker, sett i lys av Shannons kommunikasjonsmodell, kan brukes i alle typer kommunikasjon gjør at temaet «teknologiske system med sender og mottaker» kan tolkes veldig vidt og omfatte mange ulike fenomener.

Som nevnt under forrige tema, kom også fagperson A inn på mer elektroniske system da han ble spurt om radiosystemer. Der poengterte han at «fokuset er ikke på akkurat den senderen og mottakeren, men på systemet». Dette tolker jeg som at fagperson A syns at det å kunne se radiokommunikasjonssystem som et system, med sammenkoblede deler som jobber sammen for å oppfylle en oppgave, er viktigere enn å fokusere på senderne og mottakerne i systemet. Det kan tenkes at i slike systemer er det viktigere å kunne se hvordan systemet fungerer som en helhet enn å kun fokusere på enkelte komponenter av systemet, som senderne og mottakerne.

Fagperson A påpekte også at han mente det var viktig å se systemet i lys av konteksten det stod i:

«Og da syns jeg det er viktig; Systemet lar seg påvirke utenfra og kan i sin tur påvirke omgivelsene

...

Ikke minst i dag når en skal ha om bærekraft og sånt så er det veldig viktig at en ikke ser på teknologi isolert sett, men at den alltid står i en sammenheng. På godt og vondt.»

Fagperson A påpeker her da at det er viktig at systemer og teknologi blir satt i en kontekst og sett i en sammenheng med omgivelsene rundt systemet. Fagperson A trekker også inn hvordan det er viktig at man ser på teknologier i en sammenheng, og ikke isolert, spesielt i sammenheng med bærekraft. Det fagperson A sikter til her kan være at i visse situasjoner kan en teknologi som isolert sett ser ut til å ha en positiv effekt kan påvirke sine omgivelser på en negativ måte.

FS (i): Oppsummering

I forskningsspørsmål (i) ønsker jeg å svare på *hva mener fageksperter er de mest grunnleggende elementene av temaet?*. Ut ifra data som er blitt presentert ble det identifisert tre tema som kan beskrive fagekspertenes meninger om de grunnleggende elementene av fagtemaet teknologiske system bestående av en sender og mottaker.

I temaet *informasjonsoverføring* trekker fagekspertene frem at teknologiske system som består av en sender og mottaker involverer at informasjon blir overført mellom parter. Slik informasjonsoverføring kan bli beskrevet av Shannons kommunikasjonsmodell som beskriver et system hvor informasjon blir overført mellom parter og som introduserer begreper for de ulike delene i et slikt system.

Et sentralt kommunikasjonssystem som fagekspertene trekker frem er *radiosystemer* som benytter radiobølger til å overføre informasjon mellom partene. Dette er det andre temaet som ble identifisert. Et radiosystem som kan passe godt til å la elevene eksperimentere med kunne lages ved hjelp av microbit. Disse små mikrokontrollerene kan gi elever erfaringer med muligheter og begrensninger med radiosystem. Et større radiosystem som elevene benytter seg av ofte er mobilnettverket som mobiltelefoner bruker. Her må informasjonen overføres i mange ulike former gjennom et stort system. Utviklingen til dette systemet gjennom historien kan illustrere mange trekk rundt hvordan det fungerer.

Teknologiske systemer, det tredje temaet, står også sentralt i fagtemaet teknologiske systemer bestående av en sender og mottaker. Teknologiske systemer ser fagekspertene som en samling av komponenter eller deler som sammen utfører en oppgave eller funksjon. I store systemer som radiosystemet mobiltelefoner benytter seg av kan det være nyttig å holde fokuset på systemets helhet og funksjon, i stedet for spesifikt rundt senderne og mottakerne i systemet, mente en av fagekspertene.

5.2 FS (ii): Grunner for å lære om temaet

For å besvare forskningsspørsmål (ii), *hva mener fageksperter er grunner for at elever skal lære om temaet?*, har jeg identifisert tre temaer, motivasjon, allmenndannende og for abstrakt. Disse vil bli presentert med datamateriale som la grunnlaget for temaene. Dette datamaterialet er stort sett basert på fagpersonenes uttalelser når de ble stilt spørsmålet «mener du det er nyttig eller relevant for elever å ha en forståelse av temaet teknologiske systemer bestående av en sender og mottaker?»

5.2.1 Tema: Motivasjon

Fagperson B begynner med å si at han tror mange ville kunne «gå gjennom livet uten denne kunnskapen». Men undervisning om temaet vil kunne vekke en interesse for noen elever som gjør at elevene senere kan gjøre bedre valg om sin egen utdanning. Fagperson B mente også at det var muligheter for å kunne benytte teknologiske systemer med sender og mottaker som et verktøy for å la elever utforske noen av sine interesser for å skape mer motivasjon hos elevene; «det handler jo igjen om å gjøre det meningsfylt for elevene.».

5.2.2 Tema: Allmenndannende

Fagekspert A var i starten ganske negativ til at elever skulle lære om dette temaet, noe som vil bli trukket frem i neste tema. Men da det ble foreslått at noen elever kan ha en oppfatning om at mobiltelefoner kommuniserer via en direkteforbindelse fra en telefon til en annen, i motsetningen til realiteten som er at mange basestasjoner og andre moduler som er inkludert i en slik kommunikasjon. Fagperson A virket noe mer positiv til kompetansemålet hvis det kunne oppklare en slik misforståelse.

«Ja, det var en veldig god innfallsvinkel. Dette er litt mer om hvordan kommunikasjonssystemer i dag er laget.

...

[Å] lære hvordan internettet henger sammen, hvordan mobiltelefonnettet er laget det er et passelig abstraksjonsnivå slik at du får en viss forståelse for det. Det tror jeg er bare greit å ha med i allmenndanningen i dag»

Fagperson B trekker også frem at han har opplevd å møte på elever som ikke ser relevansen for å lære om radiosendere og mottakere, selv om dette er teknologi som blir brukt i mobiltelefoner

«jeg har opplevd at elever sier at <hvorfor skal vi lære om radio? Radio er jo så gammeldags, vi har jo mobiltelefon>.»

Siden kommunikasjonssystemet kan sies å være en ganske kritisk del av dagens samfunn kan det derfor argumenteres for at undervisning som kan oppklare en slik misforståelse som fagperson B trekker frem kan være en viktig del av allmenndannelsen til elever. Dermed kan vi se at både fagperson A og B trekker frem allmenndannende aspekter knyttet til undervisning om kompetansemålet.

5.2.3 Tema: For abstrakt

Tidligere ble det referert til at fagperson A beskrev teknologiske system med en sender og mottaker via Shannons kommunikasjonsmodell. I sin forklaring viser fagperson A til at begrepene som er brukt i denne modellen, blant andre sender og mottaker, er veldig abstrakte begreper som ikke har en klar definisjon:

«[I] fra informasjonsvitenskaplig synspunkt så er ikke de der begrepene sender og mottaker strengt definert. Grensene mellom kilde, sender og kanal er mer eller mindre vilkårlige, det viktige er rekkefølgen.»

Fagperson A kommer flere ganger i løpet av intervjuet inn på dette, og kritiserer kompetansemålet for å være for abstrakt, og dermed har lite nytte for elever. Men som vi har sett i sitater fra temaet allmenndannelse, tidligere i dette delkapittelet, så virker det som fagperson A ser med nytte for elever å lære om temaet teknologiske system med sender og mottaker når det blir rettet mot radiokommunikasjonssystemet som benyttes i dagens mobiltelefoner.

FS (ii): Oppsummering

For å bevare forskningsspørsmål (ii), *hva mener fageksperter er grunner for at elever skal lære om temaet?*, ble temaene motivasjon, allmenndannende og for abstrakt identifisert i datamaterialet.

Motivasjon blir trukket frem som en faktor som taler for at eleven skal lære om fagtemaet, siden temaet kan være interessant for visse elever og kan gi elevene innsikt i et fagtema det kan hende de vil studere videre senere. Men dette er ikke et argument som er spesifikt knyttet til det aktuelle fagtemaet for denne studien.

Uttalelser fra begge fagekspertene kan tolkes til at de mener at undervisning om fagtemaet teknologiske systemer bestående av en sender og mottaker kan være *allmenndannende*. Dette kommer av at et av elementene som inngår i fagtemaet, radiosystemer, både er noe som elever kan ha misoppfattelser om men er og et viktig teknologisk system i vårt samfunn. Det kan derfor være viktig å for elever å vite om dette fagtemaet.

Men fagekspert A trekker også frem noen argumenter mot at elevene skal lære om fagtemaet teknologiske systemer bestående av en sender og mottaker. Han mente at begrepene sender og mottaker var *for abstrakt*, og dermed var mindre nyttige å lære

om. Dette kommer av at de fra et informasjonsvitenskapelig synspunkt ikke er klart definerte begrep.

5.3 FS (iii): Konkrete fenomener

For å besvare FS (iii) var det planlagt å spørre fagekspertene om det var noen øvelser eller eksperimenter som fagekspertene mente elevene ville ha nytte av for å oppnå en forståelse av teknologiske systemer bestående av en sender og mottaker. I gjennomføringen av intervjuene ble kun fagekspert B stilt dette spørsmålet og dermed reflekterer datagrunnlaget kun denne personens meninger.

Fagperson B vektla at han mente det var viktig for elevene å kunne oppleve mulighetene og begrensningene til et kommunikasjonssystem og foreslo en aktivitet hvor elevene kunne utforske en begrensning som radiokommunikasjonssystem kan ha, rekkevidden. Dette ble også nevnt tidligere i kapittelet, under temaet radiosystem. Fagperson B foreslo at ved bruk å bruke microbit kunne elevene utforske hvilke parametere som påvirket dens rekkevidde:

Fagperson B: «Men hva er rekkevidden avhengig av? Nei, avstanden er tydeligvis viktig, er det andre parametere?»

Intervjuer: «Er jo liksom om det er en vegg eller betong eller hva slags materiale det skal sendes gjennom»

Fagperson B: «Nettopp! Ja, og da etter hvert vil de oppleve at det er mange parametere her. Du har, som du sier, noe imellom, du har sendereffekten og du har mottakerfølsomheten.»

Fagperson B nevner her parametere som avstand, hva slags medium, eller materiale, som signalet skal sendes gjennom, sendereffekten og mottakerfølsomheten. Videre i intervjuet nevner også fagperson B at antennene i en sender kan være retningsavhengig, slik at det blir en forskjell på hvor sterkt signal som går i ulike retninger i forhold til antennens orientering. Slike eksperimenter kan gi elevene en erfaringsbase som viser de hvilke muligheter og begrensinger et slikt radiosystem kan ha.

FS (iii): Oppsummering

I forskningsspørsmål (iii) ville jeg finne ut *hva slags konkrete fenomener og situasjoner mener fagekspertene kan være nyttige for elever for å lære seg om temaet?*

Siden dette bare ble belyst av en fagekspert er datagrunnlaget for å besvare dette spørsmålet veldig begrenset. Dette har gjort at jeg ikke valgt å identifisere noen temaer i den tematiske analysen rundt dette spørsmålet. Fra uttalelsene fra fagperson B kunne et mulig tema vært *utforskning av egenskaper*, som kunne beskrive aktiviteter hvor elevene får erfare hvilke muligheter og begrensinger et radiosystem har. Men mer forskning trengs for å belyse dette punktet.

5.4 Konklusjon for empirisk forprosjekt

Med dette empiriske forprosjektet ønsket jeg å besvare problemstillingen: Hva slags faginnhold mener fagekspertene kan trengs som undervisningsinnhold i undervisning av elever i temaet «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker»? Basert på det teoretiske rammeverket til didaktisk transposisjon er dette gjort ved å se på tre forskningsspørsmål som omhandler hva fagekspertene mener er temaets grunnleggende elementer, hvilke grunner som fins for å undervise om temaet og hvilke fenomener eller situasjoner som kan hjelpe elever til å oppnå forståelse av temaet.

Ut ifra uttalelsene til to fagekspertene er det identifisert noen temaer som kan beskrive de grunnleggende elementene av fagtemaet. Disse er informasjonsoverføring, radiosystem og teknologiske system. Vedrørende grunner for at elever skulle lære om fagtemaet ble uttalte fagekspertene at det kunne muligens øke elevenes motivasjon og kunne virke allmenndannende. Men en fagekspert var også kritisk til at elevene skulle lære om fagtemaet, siden sett fra et informasjonsvitenskapelig synspunkt så inneholder fagtemaet abstrakte begreper som muligens har liten nytte for ungdomsskoleelever. Til slutt så vi at en fagekspert foreslo en elevaktivitet knyttet til å utforske rekkevidden til et radiosystem med microbit som muligens nyttig for elevene.

Samlet gir dette en indikasjon på hva som kan være mulig undervisningsinnhold for elever i ungdomsskolen om «teknologiske systemer bestående av en sender og mottaker» og vil fungere som utgangspunktet for den videre utviklingen av undervisningsopplegget som vil bli gjort i denne studien.

6 Undervisningsopplegg

Som del av denne masteroppgaven ble det utviklet et undervisningsopplegg rettet mot kompetansemålet for elever i ungdomsskolen hvor elevene skal «utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» (Utdanningsdirektoratet, 2019). Dette undervisningsopplegget ble utviklet gjennom en didaktisk transposisjon basert på resultater fra den empiriske forundersøkelsen, beskrevet i det forrige kapitlet, samt faglig litteratur.

I dette kapitlet vil jeg først redegjøre for hvordan undervisningsopplegget ble utviklet gjennom en didaktisk transposisjon basert på funn fra den empiriske forundersøkelsen og litteratur. Deretter vil rammevilkårene for undervisningsopplegget bli beskrevet før selve undervisningsopplegget blir beskrevet.

6.1 Utgangspunkt for utvikling: Didaktisk transposisjon

Dette undervisningsopplegget er blitt utviklet ved hjelp av en didaktisk transposisjon, som er en prosess hvor kunnskap fra et fagdomene transformeres til innhold som passer til undervisning (Duit et al. 2007). I denne prosessen blir først innholdet elementarisert før det deretter må struktureres. I gjennom funnene fra den empiriske forundersøkelsen ble mulig kunnskapsinnhold identifisert og for å fullføre den didaktiske transposisjonen må disse struktureres etter pedagogiske perspektiver (Duit et al. 2007).

Til dette undervisningsopplegget har jeg valgt å strukturere innholdet etter didaktiske perspektiver knyttet til utforskende undervisning og teknologisk kunnskap. Valget om å fokusere på utforskende undervisning var både basert på funn fra den empiriske forundersøkelsen som viste at temaet passet godt for utforskende undervisningsmetoder og at utforskning alt er en del av kompetansemålet som undervisningsopplegget retter seg mot. Jeg ønsket også at undervisningsopplegget skulle reflektere bredden av teknologisk kunnskap ved å inkludere flere av Staudenmaiers og Ropohls kategorier for teknologisk kunnskap, som beskrevet i Angell et al. (2019).

Videre i kapitlet vil jeg trekke frem hvordan funnene fra den empiriske forundersøkelsen og didaktisk teori er brukt i utviklingen av undervisningsopplegget.

6.1.1 Empirisk forundersøkelse

Fra den empiriske forundersøkelsen ble det identifisert tre temaer som ble trukket frem som viktige for å forstå teknologiske systemer som består av en sender og mottaker. Disse var informasjonsoverføring, radiosystemer og teknologiske systemer. Av disse temaene vil det bli lagt mest vekt på radiosystemer, siden dette var et tema som fagekspertene gav uttrykk for var av nytte for elever å lære om. I dette temaet ligger det både kunnskap om radiobølger generelt og hvordan disse brukes både i små og store systemer for å overføre informasjon. Som en kan se så kan temaet radiosystemer både kunnskap om informasjonsoverføring og teknologiske systemer, men kunnskapen blir satt i en praktisk kontekst og blir vektlagt mindre i temaet radiosystemer. For eksempel vil det ikke bli vektlagt å introdusere elevene for Shannons kommunikasjonsmodell slik den blir beskrevet i kapittel 3.1, men heller i en forenklet utgave og satt i en spesifikk kontekst.

Mange av forslagene til konkrete fenomener som kom frem i forundersøkelsen vil bli tatt i bruk i undervisningsopplegget. For å vise elevene mulighetene som ligger i et radiosystem så vil undervisningsopplegget starte med å vise elevene hvordan et radiosystem kan brukes til å overføre informasjon, i form av en tekstmelding, mellom to parter. Deretter vil det være en aktivitet hvor elevene skal programmere et spill, hvor spillet fungerer ved å sende informasjon mellom to enheter med hjelp av radiosignaler. Dette illustrer hvordan informasjonen overført ved hjelp av radiosignaler kan brukes til å ta avgjørelser og kontrollere et system. Det siste konkrete forslaget som vil bli inkorporert i undervisningsopplegget er en aktivitet hvor elevene skal utforske hvilke parametre som rekkevidden avhenger av. Samlet sett vil disse aktivitetene kunne gi elevene en forståelse av mulighetene og begrensningene som ligger i et radiosystem. Fageksperten som foreslo disse aktivitetene påpekte også at alle disse aktivitetene kunne gjennomføres ved å bruke mikrokontrolleren Micro:Bit. Siden Micro:Bit er laget for at elever skal kunne lære seg programmering og bruk av mikrokontrollere, samt at mange skoler har tilgang på disse mikrokontrollerne, passet det veldig godt å bruke disse i undervisningsopplegget.

Fra den empiriske forundersøkelsen kom det også frem at mobilnettverket er et viktig system for elever å lære om. I forundersøkelsen gav fagekspertene en god oversikt over hvordan disse fungerte og hvilke punkter som de mente var hensiktsmessig for elevene å lære om. Det ble også gitt en innføring i slike radiosystemer i kapittel 3. Dette er noe som vil bli inkludert i undervisningen, hovedsakelig i form av tradisjonell, lærerstyrt undervisning. Det vil også bli inkorporert noen elementer av systemtenkning, i tråd med hva fagekspertene trakk frem.

6.1.2 Didaktiske perspektiv: 5E og Teknologisk kunnskap

Selv om funnene fra den empiriske forundersøkelsen resulterte i mange konkrete forslag for undervisningsaktiviteter så må fortsatt disse settes i en struktur etter pedagogiske og didaktiske perspektiv i følge teorien for didaktisk transposisjon, beskrevet i kapittel 4.2.1. Det viste seg i etterkant av den empiriske forundersøkelsen at mange av forslagene fra fagekspertene reflekterte flere av kunnskapskategoriene for teknologisk kunnskap som ble beskrevet i kapittel 2.2.2. Det ble derfor bestemt å forstette i den retningen og prøve å inkludere flere av Staudenmaiers og Ropohls kunnskapskategorier, beskrevet i Angell et al. (2019). Jeg ønsket også å benytte meg av utforskende elementer i undervisningsopplegget, noe som ble gjort ved å benytte 5E modellen for utforskende undervisning som beskrevet av Bybee et al. (2009) og Fiskum og Korsager (2017).

5E modellen består av fem ulike faser; vurdere, engasjere, undersøke, forklare og utvide (Bybee et al. 2009). Det ble valgt at undervisningsopplegget skulle bygge opp til en vurderingssituasjon hvor elevene skal komme frem til og presentere en ide til en oppfinnelse som skal bruke radiosendere og -mottakere, samt bruke noen av egenskapene til disse som elevene oppdager i løpet av undervisningsopplegget. Dette gav mange føringer for resten av undervisningsopplegget, siden opplegget måtte bygge opp nok kompetanse om mulighetene som fins i radiosystemer og egenskapene disse hadde til at elevene hadde et godt utgangspunkt for å gjennomføre vurderingssituasjonen.

For å starte å vise elevene noen av disse mulighetene vil undervisningsopplegget starte med at elevene skal jobbe i par og bruke Micro:Bit til å sende en tekstmelding til hverandre. Siden dette er den første aktiviteten er det også ønskelig at aktiviteten skal engasjere elevene, for å følge 5E modellen. Jeg planlegger derfor å prøve å skjule for elevene at de i realiteten vil sende tekstmeldingene sine til hele klassen, istedet for bare til eleven de samarbeidet med. Dette vil bli gjort ved å instruere alle elevene til å bruke radiogruppe 1, uten å forklare nærmere hva dette innebærer. Håpet er at dette vil gjøre at elevene får seg en overraskelse og da blir mer engasjert i undervisningen.

Denne oppstartsaktiviteten vil også bli elevenes første møte med å bruke Micro:Bit, noe som gjør at de vil trenge å lære seg hvordan Micro:Bit brukes og programmeres. Denne kunnskapen vil kunne ses på som teknikkse ferdigheter etter Staudenmaiers kunnskapskategorier for kunnskap om teknologi (Angell et al. 2019).

Etter denne åpningsaktiviteten vil undervisningsforslaget fortsette med en forklaringsfase. Her vil læreren forklare hvordan Micro:Bit og mobiltelefoner bruker ra-

diobølger for å overføre informasjon, noe elevene nettopp fikk erfare et eksempel på. I denne forklaringsfasen blir da fokuset på vitenskapelig grunnkunnskap. I dette undervisningsopplegget regner jeg kunnskap om at radiobølger er elektromagnetisk bølger, at disse bølgene kan brukes til å sende informasjon trådløst, samt hvordan radiosystemer som Micro:Bit og mobilnettet fungerer i generelle trekk. Den vitenskapelige grunnkunnskapen er kanskje det som vanligvis ville vært fokusert mest på i et slikt undervisningsopplegget, noe det ikke vil bli gjort i dette undervisningsopplegget. Det vil bli lagt mer vekt på å gi elevene erfaringer om radiosystemers egenskaper, noe de vil lære om ved å bygge ingeniørteori.

Tanken er at eleven vil bygge denne ingeniørteorien gjennom undersøkelsesfasen i undervisningsopplegget. Basert på forslaget som kom frem fra den empiriske forundersøkelsen vil eleven utforske ulike egenskaper knyttet til rekkevidden til Micro:Bit ved å måle signalstyrken til det mottatte signalet. Elevene skal gjennomføre ulike selvvalgte eksperimenter for å finne ulike faktorer eller parametere som kan påvirke Micro:Bitens rekkevidde. Siden dette er empirisk baserte kunnskaper, som er nært knyttet til en praktisk kontekst vil dette kunne ses på som ingeniørteori. I denne oppgaven får da elevene jobbe utforskende, noe som kan øke elevenes eierskap til fagstoffet og dermed gi både økt motivasjon og forståelse (Fiskum & Korsager, 2017).

Etter undersøkelsesfasen kommer elevene til undervisningsoppleggets siste aktivitet hvor elevene skal komme frem til en ide til en oppfinnelse. Elevenes oppfinnelse skal løse et problem for en målgruppe, bruke Micro:Bits eller andre lignende mikrokontrollere og bruke egenskaper ved signalstyrken. Dette gjør at elevene må bruke kunnskaper de har fått igjennom undervisningsopplegget og bruke den i en ny situasjon. Dette gjør at elevene kan utvide sin forståelse ved å sette den i en ny kontekst og blir da undervisningsoppleggets utvidelsesfase. I denne fasen må også elevene bruke kunnskapene de har tilegnet seg om radiosystemers egenskaper og se hvordan denne kan brukes i samfunnet, noe som gjør at de må bruke sosioteknologisk forståelse.

6.2 Rammevilkår for undervisningsopplegget

Undervisningsopplegget er beregnet å totalt bruke 5 skoletimer a 45 minutter og krever at alle elevene i klassen har tilgang til en bærbar datamaskin og en Micro:Bit. I en del av undervisningsopplegget skal elevene ta med seg Micro:Biten rundt omkring og da er det fordelaktig om elevene er også utstyrt med batteripakker til sin Micro:Bit.

Undervisningsopplegget tar utgangspunkt i at elevene har liten eller ingen forkunnskap om programmering, hverken generelt eller spesifikt for Micro:Bit. Det antas heller ingen forkunnskaper om Micro:Bits. På grunn av dette gis det en introduksjon av blokkprogrammering til Micro:Bit i starten av undervisningsopplegget og elevene får detaljerte veiledninger til programmeringsoppgavene.

Hvis undervisningsopplegget skal gjennomføres med elever som har mer erfaring med programmering generelt eller spesifikt med blokkprogrammering til Micro:Bit kan elevoppgavene i undervisningsopplegget tilpasses deres ferdighetsnivå og muligens gjennomføres på noe kortere tid.

6.3 Undervisningsopplegget

Undervisningsopplegget består av fire elevaktiviteter og en lærerstyrt del. De to første aktivitetene har et større fokus på hvordan man kan bruke blokkprogrammering på makecode.microbit.org/ til å lage programmer for Micro:Bit. Mellom disse to første aktivitetene tar læreren en lærerstyrt gjennomgang. De to siste aktivitetene legger fokus på egenskaper til radiosystemer hvor elevene kan utforske og bruke sin kreativitet.

6.3.1 Elevaktivitet 1: Første møte med Micro:Bit

Elevaktivitet 1 er estimert å ta rundt 30 minutter og i denne aktiviteten skal elevene bli kjent med hvordan de kan bruke nettsiden makecode.microbit.org/ til å lage programmer som kan overføres til en Micro:Bit. Målet med programmet elevene lager gjør at elevene kan sende en tekstmelding til hverandre ved å bruke Micro:Bitens radio. Vedlegg A viser oppgaveteksten gitt til elevene. I oppgaveteksten gis det en innføring i hvordan elevene bruker makecode.microbit.org/, hvordan de lager et program som gjør at en Micro:Bit kan sende en tekstmelding til en annen Micro:Bit, som viser denne meldingen på skjermen. Læringsmålet for denne aktiviteten er at elevene skal kunne programmere et program i MakeCode og overføre dette til Micro:Biten. De skal også vite at Micro:Bit kan kommunisere med hverandre via radio.

I oppstarten av denne aktiviteten er det en fordel at læreren tar en felles gjennomgang av hvordan elevene skal opprette prosjekter, hvordan de rent praktisk drar sammen kodeblokker til et program og hvordan koden overføres til Micro:Biten. Deretter kan elevene jobbe i par for å lage og teste ut programmet som er beskrevet i oppgavearket, se vedlegg A. Programmet elevene lager skal fungere slik at når den ene eleven trykker på en knapp på Micro:Biten så sendes en tekstmelding over ra-

dio. Denne tekstmeldingen mottas av partnerens Micro:Bit og vises på Micro:Bitens skjerm.

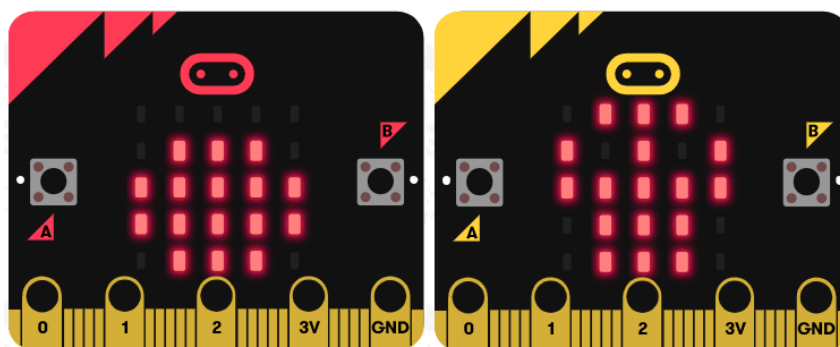
I beskrivelsen av programmet som elevene skal lage står det spesifisert at elevene skal benytte «radiogruppe 1». I denne aktiviteten er det intensjonen at elevene ikke skal få noen nærmere beskjed om hvilken effekt valget av radiogruppe har. Hvis alle elevene velger å bruke radiogruppe 1 vil dette resultere i at elevenes tekstmelding vil dukke opp på alle Micro:Bitenes skjerm og ikke bare på partnerens skjerm, noe som vil kunne være overraskende for mange elever. Denne erfaringen vil være et poeng som det blir fokusert på i den lærerstyrte gjennomgangen som følger denne aktiviteten.

6.3.2 Lærerstyrt gjennomgang: Sendere og mottakere

Den lærerstyrte gjennomgangen, som er estimert å ta 15 minutter, starter først med en klasseromsdiskusjon om hvordan Micro:Bit kommuniserer med hverandre og hva slags forskjeller som fins mellom måten Micro:Bit og mobiltelefoner kommuniserer med hverandre. I denne diskusjonen er det ment at elevene skal få lov til å komme med sine egne tanker og ideer. Det kan også være en god ide å trekke inn tanker og erfaringer elevene gjorde seg fra den forrige aktiviteten. Gikk alt som elevene hadde forventet og ble de overrasket over at radiomeldingene deres ble sendt til flere?

Videre i den lærerstyrte gjennomgangen vil læreren fortelle om hvordan radiobølger brukes både av Micro:Bit og mobiltelefoner for å kommunisere med hverandre. I kapittel 3 ble dette gjennomgått, men jeg vil her i korte trekk nevne hva det er planlagt at læreren skal fokusere på. Læreren starter med å forklare hvordan Micro:Bit bruker radiobølger til å sende og motta informasjon. Læreren forklarer også hvordan mobiltelefoner kommuniserer med hverandre, og ser på forskjellene mellom de to. De viktigste forskjellene å trekke frem er at mens to Micro:Bit sender radiosignaler direkte mellom hverandre ved å bruke Micro:Bitens innebygde radioantenne, så vil en mobiltelefon sende sine signaler først til en basestasjon i nærheten. Denne basestasjonen videresender informasjonen fra signalet til en sentral server som kan videresende informasjonen til en basestasjon som er i nærheten av mottakeren. Fra denne basestasjonen sendes så signalene ut som radiosignaler som mottas av mottakerens mobiltelefon. I kapittel 3.3 kan en se en illustrasjon av dette, i figur 7.

Til sist gir læreren en gjennomgang av begrepene variabler og hvis-setninger i konteksten av programmering, siden elevene vil trenge kjennskap til disse begrepene i den neste aktiviteten. I forbindelse med hvis-setninger blir også systembegrepene input og output introdusert. En powerpointpresentasjon laget til denne gjennomgan-



Figur 11: Eksempler på ikoner som kan brukes i spillet *Varm Potet*. Ikonet til venstre vises når spilleren har poteten, mens ikonet til høyre vises hvis spilleren har tapt.

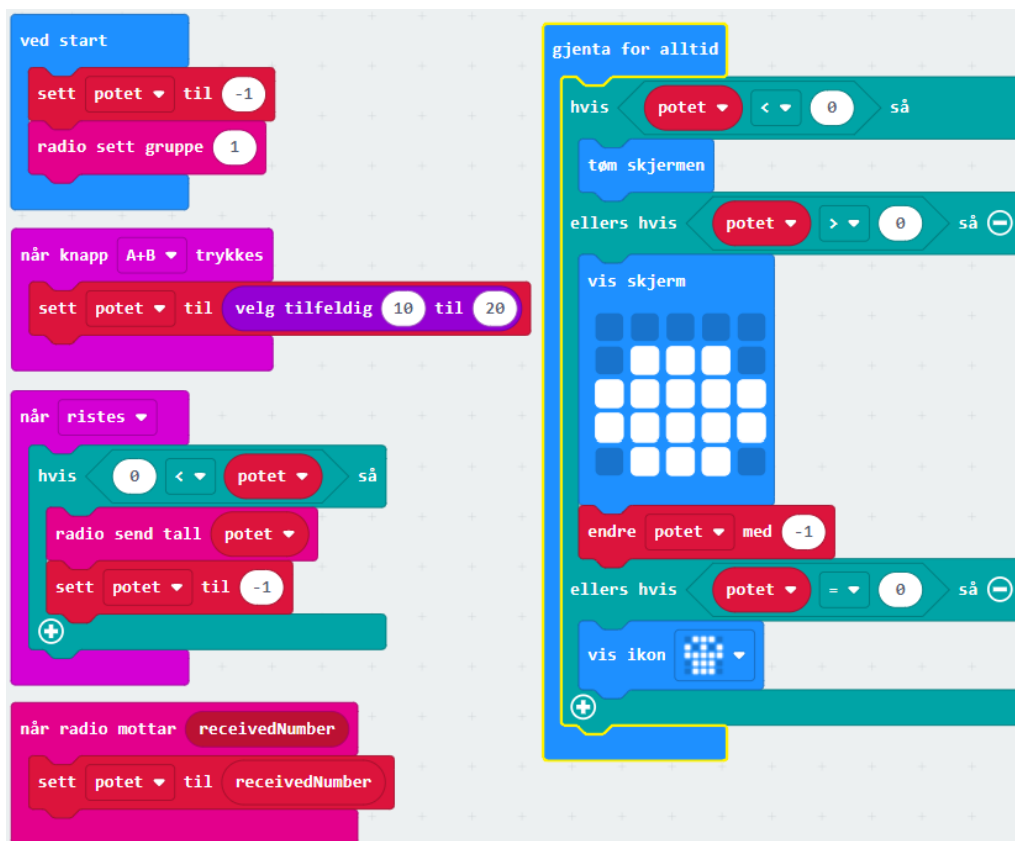
gen kan ses i vedlegg B. Læringsmålene for denne aktiviteten er at elevene skal kunne forstå at Micro:Bit og mobiltelefoner kommuniserer ved å sende radiobølger eller radiosignaler og forstå forskjellene på hvordan kommunikasjonen mellom Micro:Bits og mobiltelefoner foregår.

6.3.3 Elevaktivitet 2: Spillet Varm potet

I elevaktivitet 2 skal elevene lage et spill som kan spilles mellom to personer med hver sin Micro:Bit. Denne aktiviteten er estimert å ta 40 minutter. Spillet og instruksjonene elevene bruker er basert på ressurser hentet fra makecode.microbit.org¹. I spillet elevene skal lage skal de to spillerne konkurrere om å raskest sende fra seg en «varm potet». Denne «varme poteten» representeres i spillet ved et ikon som vises på skjermen til Micro:Biten, se figur 11. Ved et tilfeldig tidspunkt vil tiden være ute og spilleren som står igjen med den «varme poteten» har tapt. I vedlegg C ligger et oppgaveark med instruksjoner som elevene kan følge for å lage spillet. Læringsmålet for denne aktiviteten er at elevene skal forstå hvordan radiomeldinger kan overføre informasjon som kan brukes til å ta avgjørelser. Elevene skal i tillegg kunne bruke variabler og hvis-blokker i MakeCode.

I figur 12 vises koden som benyttes i spillet Varm Potet. I koden benyttes en variabel, kalt «potet», som benyttes til å kontrollere om spilleren har poteten eller ikke og styrer hvor lang tid det er igjen før tiden er ute. Hvis variabelen har verdi på -1, vil dette indikere at spilleren ikke har poteten. Hvis variabelen har verdi større enn null betyr dette at spilleren har poteten og variabelens verdi indikerer hvor lang tid det er igjen av spillet. Hvis verdien av variabelen går til null er tiden ute og spillet

¹<https://makecode.microbit.org/projects/tele-potato>



Figur 12: Skjermdump fra Makecode som viser koden til spillet Varm Potet.

er over.

Spillet startes opp ved at en spiller trykker på Micro:Bitens A og B knapp samtidig. Dette gjør at variabelen potet får en tilfeldig verdi på mellom 10 og 20, noe som vil styre hvor lang tid spillerne har til rådighet før spillet er over². spillerne sender så «poteten» frem og tilbake ved å riste på Micro:Biten, noe som gjør at verdien til variabelen «potet» sendes til motstanderen ved hjelp av Micro:Bitens radio. På grunn av dette er det viktig at begge spillerne velger den samme radiogruppen. Slik spillet er beskrevet her vil det ikke fungere med flere enn to spillere. Når elevene lager spillet er det derfor viktig å gi de beskjed om å velge sin egen radiogruppe.

I oppgavearket som elevene bruker for å lage koden til dette spillet, se vedlegg C, får elevene i starten instruksjoner de kan følge direkte. Her får de fortalt hvilke kodeblokker de skal bruke og hvordan disse skal settes sammen. Men etter hvert blir instruksjonene mer generelle og forklarer bare hva koden skal gjøre, slik at elevene selv må finne ut hvilke kodeblokker de må bruke.

²Tallverdien til variabelen potet vil ikke direkte angi hvor mange sekunder spillet vil vare, men styres av den innebygde forsinkelsen i funksjonen «vis skjerm». I funksjonen «vis skjerm» er det satt en standard forsinkelse på 400 millisekunder, som angir hvor lenge ikonet vises. Se mer detaljer på <https://microbit-micropython.readthedocs.io/en/v1.0.1/display.html>

Før elevene starter med å programmere spillet bør læreren starte med å forklare elevene logikken i spillet og forklare hvordan dette kan implementeres i koden. Deretter vil elevene kunne følge instruksjonene i oppgaveteksten, se vedlegg C.

6.3.4 Elevaktivitet 3: Eksperimenter om rekkevidden

I elevaktivitet 3 skal elevene jobbe i par og eksperimentere med rekkevidden og styrken på signalene som sendes mellom to Micro:Bits. Aktiviteten er estimert å ta 45 til 60 minutter. Læringsmålet for denne aktiviteten er at elevene skal utforske og forstå hva som kan påvirke rekkevidden til radiosystem. I aktiviteten skal elevene jobbe parvis med et oppgaveark, se vedlegg D, hvor elevene først skal diskutere forskjellene mellom måten mobiltelefoner og Micro:Bits kommuniserer. Elevene skal også diskutere hva som kan gjøre at en Micro:Bit ikke lenger vil kunne motta signaler fra en annen Micro:Bit. Deretter skal elevene teste ut scenarioene de diskuterte ved hjelp av et program på Micro:Bitene deres som gjør at de kan måle signalstyrken til et mottatt signal fra en annen Micro:Bit.

Instruksjonene for å lage dette programmet kan ses i vedlegg E. Med hjelp av programmet vil elevene kunne få opp et tall på skjermen som representerer hvor mye mottatt effekt Micro:Bitens antenne har mottatt, altså hvor sterkt signalet er. Dette tallet kalles signalstyrken og måles i enheten dBm, desibel milliwatt, og er på Micro:Biten en størrelse som kan ha verdien -128 til -28³. Som det ble nevnt i kapittel 3.4 er 0 dBm definert som 1 milliwatt mottatt effekt, og negative tall representerer lavere mottatt effekt (Johnsen & Hofstad, 2021). I dette undervisningsopplegget er det valgt å ikke forklare elevene i detalj om egenskapene til dette tallet annet enn at et lavt tall betyr et svakere signal og et høyt tall betyr et sterkere signal. I instruksene til å lage programmet som elevene bruker får også elevene beskjed om å legge til 128 til tallet signalstyrken, noe som gjør at tallet som vises for elevene vil kunne gå fra 0 til 100.

Elevene gjennomfører da eksperimenter som de velger selv for å teste ut hva som kan påvirke Micro:Bitens evne til å motta signaler. Ved hjelp av programmet kan elevene gjøre målinger av signalstyrken for å se om eksperimentet gav et svakere signal relativt til et annet eksperiment. Noen eksperimenter som kan tenkes at elevene ønsker å teste er hvordan avstanden mellom de to Micro:Bitene vil påvirke signalstyrken og hvor langt unna eleven må være før det ikke lenger mottas noe signal. Et annet eksperiment elevene kan teste ut er å undersøke om Micro:Bitene kan sende signaler gjennom en vegg og eventuelt hva slags signalstyrke de da får. Elevene beskriver

³Se <https://makecode.microbit.org/reference/radio/received-signal-strength>

eksperimentene deres på et oppgaveark ved å tegne figurer og skrive forklaringer og blir bedt om å skrive en kort konklusjon av eksperimentet, se vedlegg D.

6.3.5 Elevaktivitet 4: Ideverksted

I elevaktivitet 4 skal elevene jobbe i par og komme frem til en ide til en oppfinnelse som bruker Micro:Bit som sender og mottaker. Aktiviteten avsluttes med at elevene presenterer sine oppfinnelser i en felles gjennomgang. Aktiviteten er estimert å ta rundt 75-90 minutter og aktivitetens læringsmål er at elevene skal kunne bruke egenskaper ved rekkevidden til et radiosystem til å komme frem med et forslag til et produkt som bruker disse.

Elevene jobber med et oppgaveark hvor de må besvare ulike spørsmål om oppfinnelsen deres. Oppgavearket kan ses i vedlegg F. Oppfinnelsen elevene skal foreslå skal benytte Micro:Bit, Micro:Bitens radio og egenskaper ved signalstyrken til radiosignalene som sendes mellom Micro:Bitene. I oppgavearket blir elevene spurt om oppfinnelsens navn, hva den gjør og hvilket problem oppfinnelsen løser. Elevene skal så lage en figur av deres oppfinnelse med dens ulike deler markert, forklare hvordan oppfinnelsens deres bruker Micro:Bitens radio og gi en vurdering av oppfinnelsens sterke og svake sider. Aktiviteten avsluttes med at elevene skal presentere sine oppfinnelser for resten av klassen.

7 Resultater

I dette kapittelet vil resultater fra utprøvingen av undervisningsopplegget som ble beskrevet i kapittel 6 bli presentert. Resultatene stammer fra mine egne subjektive observasjoner, beskrivelser og transkriberte utsagn fra videoopptak av elever underveis i undervisningsopplegget og fra transkripsjonene av elevintervjuene i etterkant av undervisningsopplegget. Dette kapittelet vil bli strukturert etter disse tre datakildene, men jeg vil ved enkelte steder sammenligne funn fra ulike datakilder.

7.1 Observasjoner fra undervisningsopplegget

I gjennomføringen av undervisningsopplegget fungerte jeg som lærer. Mens dette gav meg bedre kontroll over hvordan undervisningsopplegget ble gjennomført så gjorde det også at jeg selv ikke kunne observere undervisningen like godt. Som en aktiv deltager i undervisningsopplegget gjorde jeg likevel relevante observasjoner som jeg ønsker å trekke frem her. Mine observasjoner sentrerer seg rundt tre episoder; Elevenes arbeid med programmering, elevenes utforskning med Micro:Bit og elevenes oppfinnelser.

7.1.1 Elevenes arbeid med programmering

Siden undervisningsopplegget baserte seg på bruk av Micro:Bit var det nødvendig at elevene ble kjent med en viss grad av programmering. Undervisningsopplegget var tiltenkt å ha hovedfokus på de faglige temaene, men i gjennomføringen av undervisningen observerte jeg at programmeringen den tok mer plass enn forventet og til tider dro det nok elevenes fokus bort fra det faglige innholdet. Dette ble spesielt tydelig i elevaktivitet 2 hvor elevene skulle lage et spill. For å programmere spillet måtte elevene bruke hvis-blokker kombinert med sammenligningsblokker. Aktiviteten startet med at jeg gav en gjennomgang av hvordan disse blokkene brukes og forklarte hvordan elevene skulle bruke disse for å lage spillet. Deretter fikk elevene beskjed om å følge instruksjonene i oppgavearket. De stedene hvor elevene skulle bruke sammenligningsblokker gav oppgavearket bare generelle instruksjoner som elevene selv måtte løse ved å fylle inn sammenligningsblokken selv.

Da elevene arbeidet med oppgaven observerte jeg at mange elever bare fokuserte på bildene i oppgavearket og etterlignet de. I en del av oppgavearket vises 3 ulike hvisblokker. Ved siden av bildet står det forklart hvilke betingelser som disse hvisblokkene skal teste og hva deres funksjon er, se figur 13. Hos enkelte elever observerte



Figur 13: Utsnitt fra oppgaveark til elevaktivitet 2. Se også vedlegg C.

jeg at de kun hadde etterlignet kodeblokkene de så på bildet og deretter spurte meg om de var ferdige. Dette indikerte for meg at instruksene i oppgavearket var for komplisert for elevene, noe som gjorde at jeg valgte å ta en felles gjennomgang for elevene om hvordan de skulle programmere spillet.

Selv om det etter hvert ble forklart hvordan elevene skulle kode spillet var det mange elever som trengte hjelp. Mange elever hadde fått fullført instruksjonene, men fikk ikke et fungerende spill. Her måtte jeg hjelpe til med feilsøking i elevenes kode, noe som gjorde at aktiviteten tok mer tid enn planlagt. På grunn av mangel av tid måtte aktiviteten avsluttes før alle elevene fikk fullført og prøvd ut spillet i klasse 1. I klasse 2 ble det satt av en ekstra undervisningstime til opplegget, hvor halvparten av denne ekstratimen ble brukt til å la elevene få fullført og testet spillet.

I designet av undervisningsopplegget var intensjonen med elevaktivitet 2 først å fremst å la elevene få se noen mulige bruksområder for et sender- og mottakersystem. Tanken var at dette kunne gi elevene et bedre utgangspunkt for å gjennomføre elevaktivitet 4, der elevene selv skal foreslå en idé til et produkt som bruker et slikt sender- og mottakersystem, men fra mine observasjoner kan det heller virke som at mange elever hadde nok med å fokusere på å forstå programmeringsaspektene ved aktiviteten.

7.1.2 Elevers utforskning med Micro:Bit

Selv om programmeringen til tider gav elevene utfordringer, virket de veldig engasjerte og motiverte under undervisningsopplegget. Det kan være mange faktorer som

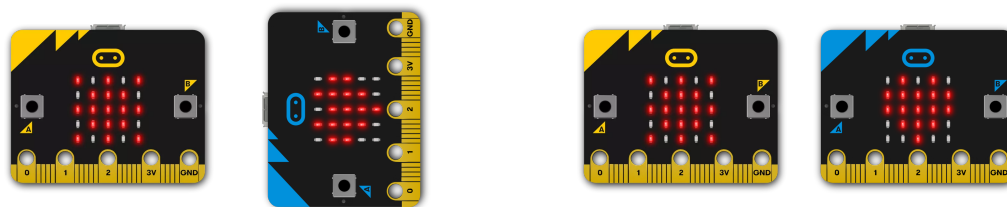
kan være årsak til dette, men fra mine observasjoner så virket det som at elevenes interesse i Micro:Bits og den utforskningen de kunne gjøre med den var en viktig faktor.

Elevenes første møte med Micro:Bit var i elevaktivitet 1. Her skulle elevene få en introduksjon i bruk av MakeCode og de skulle lage et enkelt program hvor de skulle jobbe i par og sende en tekstmelding fra den ene til den andre. Selv denne enkle aktiviteten virket å engasjere elevene, spesielt da elevene oppdaget at de mottok andre meldinger enn de forventet på grunn av at de var på samme radiogruppe som andre i klassen. Jeg kunne observere at mange elever ble overrasket over at det dukket opp tekstmeldinger på Micro:Biten som de ikke forventet. Denne lille opplevelsen kan ses på som starten av elevenes utforsking med hjelp av Micro:Bits. I elevaktivitet 3 fortsetter utforskningen for alvor.

I elevaktivitet 3 skulle elevene først gjennomføre noen diskusjonsoppgaver før de skulle starte å gjennomføre eksperimenter for å teste ut egenskaper ved Micro:Bitens rekkevidde ved å måle signalstyrken. I gjennomføringen så jeg at mange gav korte svar på disse oppgavene og startet på å gjøre eksperimentene. Etter kort tid var elevene rundt omkring i klasserommet og gjennomførte ulike tester. De fleste elevene startet med å teste ut effekten av større avstand for signalstyrken. Enkelte elever spurte om å få lov til å gå utendørs, slik at de kunne prøve ut tester over enda større avstander.

Elevene testet også ut effekten av å ha noe annet enn bare luft mellom senderen og mottakeren. Noen elever stod på hver sin side av en vegg, en dør eller et vindu med hver sin Micro:Bit for å måle signalstyrken gjennom disse ulike mediene. Jeg observerte også en elevgruppe som testet ut effekten av hvilken retning Micro:Bitene stod i forhold til hverandre. Elevene fant ut at med en Micro:Bit vinkelrett på den andre så ble signalstyrken lavere enn om Micro:Bitene stod parallelt med hverandre, se figur 14. Dette kan indikere at Micro:Bitens antenne har noe retningsavhengighet, noe som betyr at den sender ut stråling med større effekt i noen retninger enn andre.

I etterkant av elevenes eksperimenter ble alle elevene samlet i klasserommet igjen og elevene kunne dele hvilke erfaringer de hadde gjort og hva de hadde funnet ut av. I denne gjennomgangen skjedde det en episode som jeg spesielt vil trekke frem. I MakeCode hadde elevene mulighet til å justere på Micro:Bitens sendereffekt, altså hvor stor effekt signalet fra Micro:Bitens antenne blir sendt ut med eller hvor sterkt signalet er. I gjennomgangen spurte en elev om det var mulig å gjøre at signalene ble så sterke at de kunne synes. Dette førte da til en kort diskusjon om hvordan radiobølger, som Micro:Bit sender ut, og synlig lys er begge den samme type stråling,



Figur 14: Illustrasjon av det eksperimentelt oppsett for å teste ut effekten av *Micro:Bit*enes retning i forhold til hverandre på signalstyrken. Når de stod vinkelrett på hverandre, til venstre, ble signalstyrken lavere enn når de stod parallelt, til høyre.

men med ulike egenskaper. Elevens spørsmål er interessant fordi det jo er en veldig reell kobling mellom radiosignalene som en *Micro:Bit* sender ut og synlig lys siden begge er former for elektromagnetisk stråling. Selv om det som eleven etterspør er ikke mulig å gjøre med en *Micro:Bit* eller andre vanlige radiosendere så er det teoretisk mulig⁴.

7.1.3 Elevenes oppfinnelser fra Ideverkstedet

Undervisningsoppleggets siste aktivitet var elevaktivitet 4 hvor elevene skulle komme opp med ideer til en oppfinnelse som skulle bruke *Micro:Bit* som sender og mottaker. Oppfinnelsen skulle i tillegg bruke noen egenskaper ved signalstyrken. Aktiviteten ble avsluttet med at elevene presenterte sine ideer. I etterkant av presentasjonen i klasse 1 noterte jeg ned beskrivelsene elevene hadde oppgitt for å kunne gi et inntrykk av hva slags oppfinnelser elevene foreslo. En beskrivelse av alle oppfinnelsene kan ses i vedlegg H. Dette ble dessverre ikke gjort etter gjennomføringen i klasse 2, men ideene som kom frem i klasse 2 var av lignende art til det som kom frem i klasse 1.

Et eksempel på en av oppfinnelsene som ble presentert var *MicroDate*. Elevene beskrev *MicroDate* som en oppfinnelse som skulle hjelpe deg å finne en date. Oppfinnelsen skulle fungere på en lignende måte som en datingtjeneste, hvor brukere kan legge inn informasjon om seg selv om basert på denne informasjonen få hjelp til å finne en passende partner. Det som skilte *MicroDate* fra vanlige datingtjenester var brukerne skulle ha med seg enhet som skulle fungere som en sender og mottaker. Hvis brukeren da går på et utested så vil *MicroDate* sende ut et signal til andre *MicroDate* enheter. Hvis oppfinnelsen avgjør at to personer passer sammen vil *MicroDate* enhetene indikere dette ved å gi et lydsignal, gitt at enhetene er innenfor rekkevidde. Ved hjelp av signalstyrken kan brukerne da få informasjon om avstanden mellom dem og dermed klare å finne den andre personen. Elevene sa at

⁴Se <https://www.wtamu.edu/~cbaird/sq/2015/10/02/can-radio-antennas-emit-visible-light/>.

dette produktet kan brukes av folk som ønsker å finne en date inne på et utested og kan gi en mer personlig og spontan opplevelse enn vanlige datingsider. Elevene trakk frem at personvern kunne være en utfordring med denne oppfinnelsen.

Et annet eksempel på en av elevenes oppfinnelser er Banan. Banan er en oppfinnelse som kan hjelpe brukerne å finne ting du mister og består av en sender, som brukeren kobler til en gjenstand, og en mottaker som brukeren har på seg. Hvis brukeren mister gjenstanden kan han bruke mottakeren til å finne gjenstanden ved at mottakeren spiller av musikk. Mottakeren måler signalstyrken som den mottar fra senderen og basert på dette blir volumet på musikken høyere eller lavere ettersom at brukeren er nærmere eller lengre unna gjenstanden. Elevene trakk frem at oppfinnelsen kun fungerer hvis mottakeren er innenfor rekkevidde av senderen, noe som kunne begrense oppfinnelsens nytte. De trakk da frem at en kraftigere antenne kunne gjøre at man kunne finne gjenstander over lengre avstander.

De to eksemplene som er blitt trukket frem her gir et innblikk i hva slags ideer som elevene kom frem til gjennom aktiviteten. Det må merkes at beskrivelsene som ble gitt her baserer seg på de beskrivelsene som elevene gav muntlig i løpet av presentasjonen. I forkant av disse presentasjonene jobbet elevene i grupper og svarte på ulike spørsmål om deres oppfinnelse på et oppgaveark, se vedlegg F. Jeg observerte derimot at elevenes skriftlige svar på oppgavearket gav en mye mer kortfattet beskrivelse av oppfinnelsen deres enn det som kom frem i de muntlige presentasjonene. I de muntlige presentasjonene er det dog mulig at jeg som lærer påvirket elevenes beskrivelse av oppfinnelsene deres. Presentasjonene ble nemlig holdt mer som en dialog mellom elevgruppen og meg som lærer, hvor elevene først beskrev deres oppfinnelse og så stilte jeg oppfølgingsspørsmål. Gjennom denne dialogen er det mulig at jeg påvirket elevenes ideer.

7.2 Videoopptak av elevers arbeid

I gjennomføringen av elevaktivitet 3 ble det gjort videoopptak av 3 elevgrupper med bruk av hodekamera. I denne aktiviteten skulle elevene først diskutere forskjellene mellom måten Micro:Bit og mobiltelefoner kommuniserer, hva som kan få en Micro:Bit til å ikke lenger motta signaler fra en sender. Deretter tester elevene ut sine forslag på det siste spørsmålet. De tre elevgruppene som ble filmet vil bli referert til som gruppe 1, 2 og 3. Gruppe 1 er en del av klasse 1, mens gruppe 2 og 3 er en del av klasse 2. Hver gruppe bestod av to elever og de vil bli referert til her med fiktive navn. Her vil det bli gitt en kronologisk beskrivelse av de tre gruppenes gjennomføring av aktiviteten, inkludert enkelte transkriberte sitat. Ved enkelte

sitater vil jeg kommentere min tolkning av de gjengitte sitatene.

7.2.1 Videoopptak: Gruppe 1

Gruppe 1 består av Anders og Birger, hvor det er Anders som har på seg hodekameraet. De sitter ved siden av hverandre ved pultene sine i klasserommet. De har begynt på den første oppgaven på elevaktivitet 3. Anders leser spørsmålet:

Anders: Hva er forskjellen mellom måten to Micro:Bit kommuniserer på med hverandre og måten to mobiltelefoner kommuniserer med hverandre. Noter og lag figur.

Birger: Micro:Bit bruker jo signaler mellom hverandre, telefoner bruker satellitter og sånne tårn

Når Birger her sier at Micro:Bit bruker «signaler mellom hverandre», så tror jeg dette er ment å påpeke at Micro:Bit sender signaler *direkte* mellom hverandre. Dette er da i motsetning til mobiltelefoner som «bruker satellitter og sånne tårn», altså at mobiltelefonen må sende signaler først til enten satellitter eller basestasjoner, som er det jeg antar Birger antyder til når han referer til «tårn».

I videoopptaket ser vi Anders noterer ned Birger sitt svar på oppgavearket de har foran seg. Anders leser opp det neste spørsmålet og kommer deretter med et forslag:

Anders: For å kommuniser med hverandre må Micro:Bitene kunne motta signaler fra hverandre. Diskuter hva kan gjøre at en Micro:Bit ikke lengre kan motta signalene fra senderen? En vegg.

Birger: Men hvis det er veldig mye sånn radioaktivitet rundt, så for eksempel Tsjernobyl. Hva heter det da? Sånn at det liksom er masse radioaktive bølger overalt, sånn som fra en mikrobølgeovn eller fra telefonen.

Anders: En vegg kan jo også stoppe den.

Birger: Ikke nødvendigvis. Elektromagnetiske bølger er jo ganske sterk.

Anders: Spørs på hvor stor veggen er.

Birger: Ja, hvis det er sånn titanvegg så er det litt sånn. Hvis det er en 3 millimeters trevegg så er det.

Denne diskusjonen vil jeg kommentere litt: Anders starter diskusjonen med å foreslå at en vegg kan stoppe signalene. Så kommer Birger med et forslag, hvor det virker

som at Birger mener at radioaktive bølger kan stoppe Micro:Bitens signaler. Når Birger nevner «radioaktivitet» så tror jeg han enten spesifikt tenker på radiobølger eller mer generelt på elektromagnetisk stråling. Det virker hvert fall som at han antyder at disse strålingene kan påvirke Micro:Bitens signaler, noe som er en reell utfordring for radiosystemer. Etter Birger sitt forslag kommer Anders igjen med sitt forslag om at en vegg kan stoppe signalene. Birger påpeker at det ikke nødvendigvis er tilfellet og de kommer frem til at det vil avhenge av veggens egenskaper. Som jeg tolker Birgers siste utsagn i sitatet over så virker det som at han tenker at en vegg av titan vil kunne stoppe signalene, mens en tynn trevegg ikke vil det.

Vi følger Anders og Birger videre i deres arbeid med oppgavene. De skal nå bruke sine Micro:Bit til å gjøre eksperimenter. De får lastet opp programmet de trenger til Micro:Biten. Med programmet lastet inn gjør de noen kontrolltester hvor de gjør målinger med Micro:Bitene liggende tett ved siden av hverandre, noe som gir målinger på rundt 85^5 . Det går så rundt 15 minutter hvor Anders og Birger ikke gjør noen nye tester, men gjør små endringer i Micro:Bitens kode og prøver å finne noen fungerende batteri som de kan bruke til Micro:Biten. Anders lager noen tegninger av de eksperimentene de tenker å gjøre. Et av eksperimentene de ønsker å gjøre er å se om en mobiltelefon som sender ut meldinger vil kunne påvirke Micro:Bitens signalstyrke. Anders spør da:

Anders: Men hvordan skal telefonen fungere?

Birger: For det er ganske masse sånn radioaktive bølger

Anders: Men hva skal de gjøre?

Birger: De skal stoppe det liksom.

Anders: På hvilken måte?

Birger: Ikke sant da blir det som om de blir svekka. Det at de må gå gjennom andre bølger.

I denne diskusjonen spør først Anders om hvordan telefonen skal fungere, altså hvordan eksperimentet med telefonen skal fungere. Birger forklarer at det er masse radioaktive bølger og at disse skal «stoppe det». Som jeg kommenterte tidligere så antar jeg at Birger hentyder til en eller annen type elektromagnetisk bølger når han sier radioaktive bølger. Birger kommer også frem med noen flere detaljer om hvordan han ser for seg at telefonens elektromagnetiske bølger kan stoppe signalet mellom Micro:Bitene. Fra hans forklaring virker det som han hevder at bølgene går

⁵I elevaktivitet 3 måler elevene signalstyrken, men skalaen som brukes er kun ment å brukes for å sammenligne målinger med hverandre. Se delkapittel 6.3.4.

gjennom hverandre og at dette fører til at de blir svekket. Ut ifra dette virker det som Birger er inne på et konsept som kalles interferens, hvor bølger kan samvirke til enten å bli sterkere eller svakere. Interferens vil også kunne virke for å påvirke radiosystemer, men i mobiltelefoner og Micro:Bit er det tatt steg for å unngå at flere enheter i nærheten av hverandre skal interferere med hverandre.

I videoopptaket ser en at Anders og Birger kun gjør et kort forsøk på å teste ut om mobiltelefonen påvirker signalstyrken. Anders tar frem sin mobiltelefon, holder den mellom de to Micro:Bitene deres og starter å sende meldinger til Birger sin mobiltelefon. Vi kan se at Anders sender meldinger i et høyt tempo. Samtidig bruker Birger Micro:Bitene til å gjøre en måling av signalstyrken og får en måling på 54. Anders kommenterer at han tror det egentlig ikke fungerte. Det er verdt å merke seg at selv om en måling på 54 er betydelig mindre enn kontrollmålingen de gjorde tidligere i opptaket, så er det sannsynlig at målingen ble påvirket i større grad av at Anders holdt mobilen og hendene sine mellom Micro:Bitene enn av signalene sendt fra mobiltelefonen.

I tillegg til det korte eksperimentet for å undersøke om signalene fra en mobiltelefon påvirket Micro:Bits signalstyrke gjorde Anders og Birger en del andre tester. Mens de satt side ved side på ved pultene sine så de på hvordan signalstyrken ble påvirket av at de dekker til Micro:Biten med hendene deres. Anders dekker først til sin Micro:Bit med hendene, uten at Birger dekker til sin, og får en måling på 49. Deretter tar Birger å dekke til sin også. Da observerer de at de ikke får opp noen måling og konkluderer med at signalene ikke hadde kommet frem. Anders og Birger prøvde også ut effekten av å sende signaler gjennom en bok som de stilte opp mellom Micro:Bitene, hvor boken skulle fungere som en vegg.

Til sist testet de ut effekten av avstand mellom senderen og mottakeren. Mens Birger ble sittende ved pulten gikk Anders til hjørnet av klasserommet. Her får de en måling av signalstyrken på 39. Anders går så ut av klasserommet gjennom en dør. Mens døren er oppe gjør de en måling på 37, men når døren lukkes får Anders ikke opp noen målinger. Når Anders går inn igjen i klasserommet forteller Birger at han sendte signaler til Anders hele tiden. Dette gjør at de konkluderer med at signalene ikke rakk helt ut når de måtte gå gjennom døren.

Etter dette eksperimentet avsluttes timen. I løpet av aktiviteten har vi sett at Anders og Birger har diskutert blant annet hvordan elektromagnetiske bølger fra en mobiltelefon kan påvirke signalene fra Micro:Bits. De eksperimenterte med dette og andre scenerier som å dekke senderen og mottakeren med hendene, sette opp bøker som en vegg mellom Micro:Bitene og se hvordan avstand påvirket signalstyrken.

7.2.2 Videoopptak: Gruppe 2

Gruppe 2 bestod egentlig av tre elever, Carl, Dennis og Erik, men kort tid inn i aktiviteten gikk Erik over til å samarbeide med en annen elev. Dermed regner jeg gruppe 2 bare som Carl og Dennis, men i ett sitater vil også uttalelser fra Erik bli tatt med. Det er Carl som har på seg hodekameraet.

Gruppe 2 starter med å besvare noen oppgaver hvor de skal beskrive forskjellene mellom hvordan Micro:Bit og mobiltelefoner kommuniserer med hverandre. Dennis svarer:

Dennis: Jeg tror Micro:Bit er tregere.

Carl: Ja og det tar lengre tid.

Erik: Det er jo mye vanligere å bruke da. Hvem er det som bruker Micro:Bit til sånt?

Dennis starter her med å si at Micro:Bit er tregere, noe jeg tolker som at Dennis tenker på tiden han må bruke for å for eksempel sende tekst fra en Micro:Bit til en annen, sammenlignet med tiden han bruker på å sende en tekstmelding fra en mobiltelefon til en annen. Carl og Dennis gir kommentarer som på også virker å peke mot at de vurderer hvor lett det er eller hvor lang tid det tar for dem selv å bruke enten mobiler eller Micro:Bit til å kommunisere.

Gruppe 2 fortsetter med den neste oppgaven. Carl leser den opp for gruppen:

Carl: Diskuter: Hva kan gjøre at en Micro:Bit ikke lengre kan motta signaler fra senderen?

Dennis: Det er jo hvis den er utenfor rekkevidde.

Carl: Ja, for langt unna.

Carl svarer her at Micro:Biten ikke vil kunne motta signaler når den er utenfor rekkevidde. Carl følger da opp med å bekrefte dette og utdype at det er når den er for langt unna. Slik jeg tolker dette så fokuserer elevene her mest på avstand og kanskje ikke vurderer så mye hvilken effekt det kan ha hvilket medium som er mellom senderen og mottakeren.

I videoopptaket ser vi elevene gå videre til neste oppgave hvor de skal gjennomføre eksperimenter for å teste ut deres forslag. De finner frem bærbar pc og Micro:Bitene deres og starter å lage programmet de trenger. På dette tidspunktet kommer en

fjerde elev bort til gruppen. Det blir til at denne fjerde eleven samarbeider med Erik, mens Carl og Dennis fortsetter å jobbe sammen.

Med programmet til Micro:Biten klar starter Carl og Dennis å gjøre eksperimenter. Carl og Dennis starter å gjøre målinger av signalstyrken når de sitter ved siden av hverandre ved pultene sine, noe som gir målinger på 73 og 64. Deretter avtaler de at Dennis skal gå ut på parkeringsplassen som vi kan se like utenfor vinduet til klasserommet. Dennis går ut av klasserommet og stiller seg opp på parkeringsplassen, rundt 30 meter unna Carl. Carl roper at Dennis må sende, slik at de kan gjøre en måling av signalstyrken, men det kommer ikke noen målinger inn til Carl. De konkluderer med at Dennis er for langt unna og han flyttet seg rundt 10 meter nærmere Carl. Da kan en se at Carl får inn målingen måling på 50. På dette tidspunktet gir læreren beskjed om at timen skal avsluttes.

7.2.3 Videoopptak: Gruppe 3

Gruppe 3 består av Phillip og Gustav. Phillip og Gustav spurte om å få lov til å være med på datainnsamlingen og bruke hodekameraene etter at elevaktivitet 3 var startet opp. På dette tidspunktet skulle elevene starte å gjøre eksperimenter hvor elevene målte signalstyrke, noe som gjør at vi ikke har data på hva Phillip og Gustav svarte på de første oppgavene i aktiviteten. I starten av opptaket er det Phillip som går med hodekameraet, men på et tidspunkt ut i opptaket bytter Phillip og Gustav på å hvem som har kameraet.

Phillip og Gustav tar med seg hver sin Micro:Bit og bærbare pc og går ut av klasserommet. Utenfor klasserommet går de mot en trapp. Gustav blir stående på toppen av trappen, mens Phillip går ned trappen. Trappen er en del av en korridor som svinger til høyre nede ved trappens ende og fortsetter mot en utgangsdør. Phillip og Gustav starter med å gjøre målinger av signalstyrken fra der de står på hver sin ende av trappen.

Phillip: Skal jeg trykke?

Gustav: Ja. 43!

Phillip: Og du da. 37!

Tallene som Phillip og Gustav nevner er tall som vises på deres Micro:Bit og måler hvor sterk signalstyrke de mottar. Phillip, som står nederst ved trappen foreslår at han kan gå bortover gangen mot døren, slik at han blir skjult av veggen. Han tar noen skritt til siden slik at han ikke lenger kan se Gustav, som fortsatt står ved

toppen av trappen. Phillip sier ifra til Gustav at han skal trykke på knappen, noe som vil gjøre at Gustavs Micro:Bit sender et radiosignal som Phillip kan måle mottatt signalstyrken på, men ingen ting vises på skjermen til Phillips Micro:Bit. Han spør:

Phillip: Har du trykt?

Gustav: Ja. Jeg fikk 48. Det var rart at det ble bedre!

Vi ser her at Gustav blir noe overrasket over resultatet. Phillip og Gustav hadde først målt en signalstyrke på 37 og 43 da de målte fra hver sin side av trappen. Trappen var ca. 4 meter lang og hadde ingen svinger, slik at det var fri sikt mellom Phillip og Gustav. Deretter går Phillip rundt hjørnet ved enden av trappen. Den rettlinjede avstanden mellom Phillip og Gustav økte nok ikke betraktelig, men de har nå ikke lenger fri sikt mellom seg siden de har en vegg mellom seg. Når de da gjør målingene virker det som at Phillip ikke mottar signalet fra Gustav, mens Gustav mottar en signalstyrke som er noe høyere enn den forrige målingen noe det virker som han ikke forventet.

Grunnen til hvorfor Gustav her måler en høyere signalstyrke kan skyldes av at radiobølgene reflekterte i korridorveggene og interfererte konstruktivt. Det er dog ikke mulig å gi en sikker forklaring på dette da det er mange ulike faktorer som kunne påvirket resultatet av målingene og at en endring fra 43 til 48, som var det Gustav målte, egentlig ikke er en signifikant endring. Det kan og påpekes at det virker som at Gustavs Micro:Bit sender signaler med noe mindre sendereffekt enn Phillip, siden vi så Phillip motta først et signal på 37 også ikke motta noe da han gikk rundt hjørnet. Dette kan skyldes at Phillip og Gustav programmerte hver sine Micro:Bitere med ulik sendereffekt.

Videre i opptaket ser vi at Phillip og Gustav gjør et nytt eksperiment hvor Phillip går ut utgangsdøren. Gustav blir igjen inne i korridoren. Phillip og Gustav står på en avstand på rundt 5 meter med en lukket dør mellom dem. De signaliserer til hverandre med tommel opp for å vise at de sender signaler til hverandre. Phillip mottar et signal på 44, mens Gustav sier han ikke mottok noe. De går deretter inn igjen i skolebygget og diskuterer hva de skal teste ut nå. Gustav foreslår at de kan gå utendørs på den andre siden av skolen.

Ved den andre siden av skolen er det en åpen skolegård. En idrettshall kan ses på ene siden av skolegården. Phillip og Gustav ønsker å teste hva rekkevidden til Micro:Bitene er. Phillip sier til Gustav:

Phillip: Hvis du går bort til hallen der, så går jeg helt bort på slutten av SFO der.

Fillip og Gustav går til hver sin side av skoleplassen. De må rope til hverandre for å høre hverandre og på opptaket hører en bare utydelig hva Gustav sier. I starten mottar ikke Phillip noen målinger fra Gustav så de begynner å trekke seg nærmere hverandre. Når de står rundt 50 meter fra hverandre kan vi se på opptaket at Phillip får opp en måling på sin Micro:Bit på 36. De gjør noen flere målinger hvor Phillip trekker seg tilbake igjen til han ikke lenger får opp målinger, et par meter bak der han først fikk frem en måling.

Etter dette eksperimentet går Phillip og Gustav inn i skolebygget igjen. På vei inn bytter de på hvem som går med hodekameraet, slik at det er nå Gustav som har på seg kameraet. De går inn i skolebygget og bestemmer seg for å måle signalstyrken gjennom hverandre:

Phillip: Vent da, hvis vi tester gjennom hverandre

Gustav: Gjennom hverandre? Rygg til rygg liksom?

De stiller seg rygg til rygg og gjør målinger. Phillip får en måling på 59, mens Gustav får en på 62. Etter denne målingen går de videre inn i skolen uten å kommentere resultatene fra dette eksperimentet mer.

På vei videre inn i skolen blir de distraheret fra eksperimenteringen de holder på med da de går forbi et annet klasserom hvor elevene holder på med en Kahoot. Phillip tar frem sin bærbare pc og blir med på Kahooten. Dette virker å ta fokus vekk fra det de har holdt på med til nå og de gjør ingen fler eksperimenter før de går tilbake til klasserommet hvor timen blir avsluttet.

7.3 Intervjuer med elever

Det ble gjennomført individuelle intervjuer med fem elever. Under ett av intervjuene kom det frem at eleven ikke hadde vært på skolen under deler av gjennomføringen av undervisningsopplegget. Siden eleven da ikke fikk opplevd det fulle undervisningsopplegget har jeg valgt å se bort ifra dette intervjuet, slik at det vil bli presentert resultater fra fire elever. I teksten vil de fire elevene bli kalt elev 1, elev 2 og så videre for å bevare deres anonymitet. Elev 1, 3 og 4 er gutter, mens elev 2 er jente.

I intervjuet ble elevene stilt spørsmål som var rettet mot deres opplevelse av undervisningen og mot deres faglige forståelse av undervisningen. Dette underkapittelet vil følge denne inndelingen.

7.3.1 Elevenes opplevelse av undervisningsopplegget

Blant elevenes ytringer om deres opplevelse av undervisningsopplegget har jeg kategorisert de i inn i to temaer, deres opplevelse om undervisningsopplegget som helhet og deres opplevelse av programmeringen i undervisningsopplegget.

7.3.1.1 Elevers opplevelse av undervisningsopplegget som helhet

I starten av intervjuet ble elevene spurt om hvordan de følte undervisningsopplegget hadde vært. Alle de intervjuede elevene stilte seg positivt til undervisningsopplegget og mente det hadde vært gøy eller artig. På oppfølgingsspørsmål forklarte elev 3 at undervisningen hadde vært gøy fordi «det var noe annet enn det vi holder på med til vanlig». På oppfølgingsspørsmål om hva med undervisningsopplegget elev 3 syntes var mest gøy, programmeringen eller å bruke Micro:Bit, sa elev 3 at «[d]et var artigst når vi holdt på med Micro:Bitsa».

Men det er også tegn til at elevene satte pris på læringsmulighetene som kunne oppstå med hjelp av Micro:Bitene. Elev 1 kommenterte at han følte han kanskje lærte mer på grunn av de praktiske aktivitetene i undervisningen.

Intervjuer: Hvordan følte du at naturfagundervisningen de siste to ukene har vært når vi har jobbet med Micro:Bit og sender og mottakere?

Elev 1: Nei, jeg synes det har vært gøy. Det har vært litt nytt. Man har lært litt mer. Jeg synes kanskje jeg har lært bedre sånn her, når jeg fikk lært det litt mer sånn praktisk. Og ikke bare skriv ned. Jeg skjønte det litt bedre.

For elev 1 virket det altså som at alle de praktiske elevoppgavene som var inkludert i undervisningsopplegget var noe som gjorde at han følte han lærte mer. På oppfølgingsspørsmål bekreftet elev 1 at han tenkte på elevoppgavene og at de fikk gjøre eksperimenter da han snakket om det å lære praktisk. Fra mine egne observasjoner virket det som flere av elevene satte pris på de praktiske aspektene med undervisningsopplegget.

På spørsmål om elevaktivitet 3, hvor elevene måler den mottatte signalstyrken for å eksperimentere med Micro:Bitenes rekkevidde, nevner både elev 1 og elev 4 at de syntes denne aktiviteten var gøy fordi de kunne se forskjellene i signalstyrken når de gjennomførte ulike eksperimenter:

Intervjuer: Hva syns du om den gruppeoppgaven der dere skulle drive å teste ut om rekkevidde og med signalstyrke til Micro:Bit?

Elev 4: Den var ganske artig. Den var litt artig fordi det var litt forskjell på om det var gjennom vegger eller i et helt åpent rom

Ved hjelp av Micro:Bit og litt programmering kunne elevene gå rundt og raskt gjøre mange eksperimenter for å oppdage egenskaper til Micro:Bitens radio. Fra elev 4 sitt utsagn virker det som at denne aktiviteten engasjerte han og gjorde at han kunne gjøre seg nye erfaringer.

7.3.1.2 Elevers opplevelse av programmeringen i undervisningsopplegget

I gjennom undervisningsopplegget var det nødvendig for elevene å lære seg et visst nivå programmering for å kunne bruke Micro:Bit og for å kunne se mulighetene et slikt teknologisk system gir. Elevene som ble intervjuet gav uttrykk for ganske ulike opplevelser med programmeringen som var en del av undervisningsopplegget. Mens elev 1, 3 og 4 i all hovedsak gav uttrykk for at programmeringen hadde gått fint så kom det frem at elev 2 syntes programmeringen var mer utfordrende. Fra mine egne observasjoner la jeg også merke til at flere elever virket å slite med programmeringen, spesielt når elevene ikke bare skulle følge instruksjoner. Det kan derfor hende at elev 1, 3 og 4 ikke er helt representative for elevgruppen når det kommer til vanskelighetsgraden til programmeringen.

For elev 2 så virket det som at det var spesielt utfordrende å følge mer på gjennomgangen som lærer hadde i starten av elevenes programmeringsaktivitet siden den gikk for fort. Når elev 2 ble spurt om det var noe hun syntes det var vanskelig å lære seg om i undervisningsopplegget svarte hun:

Elev 2: Det var litt vanskelig å forstå hva man skulle gjøre for å få innpå de tingene på liksom. For eksempel at du skulle dele den tingen inne i tingen inne i den tingen utenpå den tingen liksom

Intervjuer: Ja, nå snakker vi om da vi var inne på MakeCode der sånn?

Elev 2: Ja

Intervjuer: Det at du måtte dra inn den blokken inne i en annen blokk, også måtte du ta en slik sammenlignings[-blokk] inne i den?

Elev 2: Ja, det var litt sånn vanskelig

Her referer nok elev 2 til programmeringen som elevene måtte gjøre for å lage spillet i elevaktivitet 2. I denne aktiviteten måtte elevene bruke hvis-blokker og sammenligningsblokker i MakeCode for å lage betingelsene som trengtes for å få spillet til å fungere. For å lage en betingelse i MakeCode må man først dra inn en hvis-blokk inn i arbeidsområdet. Inne i denne hvis-blokken plasserer man så en sammenligningsblokk og inne i denne sammenligningsblokken må man også plassere en variabel. Å forstå hvordan man skal bruke disse nøstede blokkene virker å ha vært ganske vanskelig for elev 2. I mine egne observasjoner så jeg også flere andre som trengte hjelp med dette, noe som tyder på at flere elever enn elev 2 slet med lignende problematikk.

Selv om de andre intervjuede elevene ikke virket å ha hatt like mange utfordringer med programmeringen så nevner også elev 3 at han synes enkelte aspekter ved programmeringen var vanskelige:

Intervjuer: Var det noe i den undervisningen som jeg hadde med dere som du synes var vanskelig å lære deg?

Elev 3: Kanskje litt det der med når du skulle finne ut av hva du har gjort feil.

Intervjuer: Ja, når koden ikke fungerte helt liksom?

Elev 3: mmm [bekreftende]

Fra elev 3 sin kommentar og bekreftelse på oppfølgingsspørsmålet så tolker jeg dette som at han synes det å finne feil i koden, eller feilsøking, var utfordrende. Feilsøking, eller det å kunne finne og rette opp i feil i koden sin, er en viktig del av algoritmisk tenkning, og er noe som kan være utfordrende for elevene. Elev 2 fortalte i intervjuet at hun fikk ganske mange problemer under elevaktivitet 3, hvor elevene skulle gjøre eksperimenter for å undersøke Micro:Bitens rekkevidde.

Elev 2: Også fikk vi ikke det til å fungere, fordi jeg fikk ikke den Micro:Biten til å komme inn på dataen min, slik at den kobla seg inn men den kom ikke opp på skjermen. Jeg måtte logge av flere ganger og sånt, det var veldig irriterende!

Her beskriver elev 2 at hun og eleven hun jobbet sammen med på denne oppgaven opplevde noen tekniske problemer underveis. Det virker som om elev 2 hadde noen problemer med enten sin datamaskin eller med Micro:Biten hennes og at dette gjorde at hun ikke fikk overført koden fra MakeCode over til Micro:Biten. Hva som var årsaken til dette problemet er ukjent for meg, men det er tydelig fra elev 2 sitt

utsagn at dette var irriterende og skapte problemer for henne og eleven hun jobbet med. Selv om hun slet mye med tekniske trøbbel og ikke fikk gjennomført oppgaven som tenkt så kommenterte hun at hun fortsatt følte hun fikk noe utbytte av den:

Intervjuer: Følte du at du lærte noe av den aktiviteten?

Elev 2: Ja, jeg lærte jo liksom at det ikke gikk og at, ja da er det bare å prøve igjen liksom. Fordi det går jo ikke alltid. Og da prøver man jo bare igjen.

Aktiviteten som intervjuer nevner i dette sitatet referer til elevaktivitet 3. Det virker her som at elev 2 ser en nytte av å ha blitt utsatt for de problemene som hun møtte på, for da prøver man jo bare igjen.

7.3.2 Elevenes faglige forståelse av temaet

I intervjuet ble elevene spurt om ulike aspekter av det de hadde lært i løpet av undervisningsopplegget. Elevene beskrev hvordan Micro:Bit kommuniserer med hverandre, hva de erfarte om dens rekkevidde og hvordan kommunikasjonen mellom Micro:Bit skiller seg fra måten mobiltelefoner kommuniserer. Dette delkapittelet vil bli strukturert etter de tre temaene.

7.3.2.1 Hvordan Micro:Bit kommuniserer med hverandre

Felles for alle de intervjuede elevene var at de virket noe usikre når de skulle beskrive hvordan Micro:Bits kommuniserer med hverandre. Alle elevene trakk frem at denne kommunikasjonen trenger en type signaler som sendes mellom dem og to elever nevnte også nødvendigheten av å være på samme radiogruppe. Elev 1 trakk frem både at Micro:Bits kommuniserer med signaler og gjennom radiogrupper:

Intervjuer: Hvordan vil du beskrive hvordan to micobiter snakker sammen med hverandre?

Elev 1: Nei, det er vel.. Hvordan skal en beskrive det.. Eee... Det er vel gjennom disse radiogruppene da. At når de er i samme radiogruppe, så klarer de å kommuniser med hverandre og.. Ja og gjennom noen signaler og..

I dette sitatet fra elev 1 har jeg inkludert elevens pauser i hans uttalelser, markert med .., for å tydeliggjøre inntrykket av at eleven nok er litt usikker på hans forklaring. Elev 1 trekker frem at Micro:Bitene må være i samme radiogruppe for å kommunisere med hverandre samt at de kommuniserer gjennom «noen signaler».

Det at to Micro:biter må være i samme radiogruppe for å kommunisere er noe en nok kan anta at elevene har blitt litt ekstra bevist på siden dette er noe elevene må ta hensyn til for hver gang de brukte Micro:Biten i undervisningsopplegget. Dette kan være noe som bidrar til at elever lettere vil tenke på radiogrupper som nødvendig for at Micro:Bitene skal kommunisere med hverandre, istedenfor radiosignalene. I intervjuene var det dog bare to elever som trakk frem radiogrupper i sin beskrivelse av Micro:Bitens kommunikasjon, slik at det kan hende at dette i realiteten ikke er noe de fleste elevene tenkte så mye over.

Elev 1 nevner ikke noe om at signalene som sendes mellom Micro:Bitene er radiobølger, noe ingen av de andre intervjuede elevene heller gjorde. Selv om elev 1 er klar over at Micro:Bitene må være på samme *radiogruppe*, så kan det virke som at han ikke tenker over at signalene som Micro:Biten sender er *radiosignaler*. En kunne tenke seg at siden kommandoene eller blokkene elevene må bruke i MakeCode for å programmere Micro:Bitene til å kommunisere med hverandre ofte har radio som en del av navnet sitt så ville elevene også assosiere signalene som sendes fra Micro:Biten med radio og da tenke på at det er radiosignaler eller radiobølger som Micro:Biten sender. Det faktum at ingen av de intervjuede elevene nevner radiobølger eller radiosignaler kan tyde på at dette ikke er tilfellet.

Elev 4 ble spesifikt spurt om hva som sendes mellom Micro:Bitene:

Intervjuer: Kan du beskrive hvordan Micro:Bit snakker sammen?

Elev 4: Det er vel sånn sendere da. Fra den ene til den andre. Jeg vet ikke noe mer enn det

Intervjuer: Hvis jeg spør om hva den sender fra den ene til den andre, vet du noe hva den sender?

Elev 4: Den sender jo signaler da, men vet ikke hva. Det er sikkert noe sånt bølger, signalbølger eller noe sånt.

I tillegg til å trekke frem at Micro:Biten sender signaler, så trekker elev 4 i også frem at disse signalene er en form for bølger og at den bruker en form for sender. Her ser en da at elev 4 trekker frem litt mer om disse signalenes egenskaper, nemlig at de består av en type bølger, men han nevner ikke noe mer om hva slags bølger det er, annet en form for «signalbølger».

Elev 2 sin beskrivelse av hvordan Micro:Bitene kommuniserer med hverandre skilte seg noe fra de andre intervjuede elevenes beskrivelse

Intervjuer: Og da lurer jeg på hvis du skulle beskrevet hvordan en Micro:Bit kommuniserer med hverandre.

Elev 2: Den kommuniserer ganske sånn annerledes. Jeg vet ikke hvordan jeg skal si det, men de kobler på en annen måte enn vi gjør med mennesker.

Intervjuer: Ja, sånt ja. I forhold til hvordan vi snakker nå?

Elev 2: Ja, fordi vi snakker jo sånn. Men Micro:Bitene de bruker jo tid, fordi her er den og borti der er den andre. Det tar jo tid. Og hvis det er noe mellom så tar det enda lengre tid, kanskje det ikke går.

Elev 2 starter med å kommentere at Micro:Bits kommuniserer annerledes enn mennesker. Det virker som hun da referer til at mens mennesker snakker til hverandre ved å generere lyd som vi kan høre så gjør Micro:Biten noe annet. Denne sammenligningen stammet nok fra min spørsmålstilling, hvor jeg spør hvordan Micro:Bits «snakker sammen». Denne formuleringen ble brukt for å gi spørsmålet i et enklere språk. Elev 2 kommenterer videre at Micro:Bitene istedenfor bruker tid. På spørsmål om hvordan Micro:Biten bruker tid svarer hun:

Elev 2: Den bruker tid til å laste opp, også må du jo laste opp som sagt, også igjen føre over og trykk på en sånn A eller B knapp eller begge. Og det tar jo tid og.

Fra dette tolker jeg elev 2 som at hun vurderer kommunikasjonen mellom to Micro:Bit som hele den prosessen hun må gå gjennom for å oppleve at det er gjennomført en kommunikasjon. Fra hennes perspektiv tar det da mye lengre tid å kommunisere med en Micro:Bit fordi den må først programmeres på MakeCode, koden må lastes over til Micro:Biten også kan hun trykke på en knapp på Micro:Biten for å sende en melding. Hele denne prosessen tar mye lengre tid enn å gjennomføre en vanlig samtale mellom to personer.

På oppfølgingsspørsmål om hva som faktisk blir sendt ut fra Micro:Bitene som gjør at de kan kommunisere så svarer elev 2:

Elev 2: Signal, ja som at de sender jo gjennom signal og liksom at de finner hverandre gjennom internett eller signal eller noe sånt da, i stedet for at de snakker.

Elev 2 vet alstå at Micro:Bitene sender signaler for å kommunisere mellom hverandre, men det virker som at hun har et ganske uklart bilde av hva slags type signaler det er. Hun nevner at «de finner hverandre gjennom internett [...] eller noe sånt» og kan da virke å ha en forestilling om at måten Micro:Bit kommuniserer med hverandre ved å bruke internett eller noe lignende.

7.3.2.2 Egenskaper ved rekkevidden til Micro:Bit

I elevaktivitet 3 jobbet elevene i par mens de brukte Micro:Bitene til å måle den mottatte signalstyrken for å gjøre eksperimenter om Micro:Bitens rekkevidde. I løpet av intervjuet ble eleven spurt om hva de fant ut gjennom disse eksperimentene.

Intervjuer: Hva følte du at du fant ut om rekkevidden når dere holdt på og eksperimenterte?

Elev 1: Ja, jeg fant ut av at du kan ikke gå så langt og det blir enda kortere rekkevidde hvis du hadde noe mellom. For eksempel en vegg.

Elev 1 trekker frem at rekkevidden til Micro:Bit er egentlig ganske kort. Viktigere er det at elev 1 trekker frem at denne rekkevidden blir kortere når det er noe mellom Micro:Bitene. Mens elev 1 følte at Micro:Bitens rekkevidde var ganske kort følte elev 3 at Micro:Bitens rekkevidde egentlig var ganske lang.

Intervjuer: Fant dere ut noe gøy eller var det noe interessant du fant i den testingen?

Elev 3: Den har ganske lang rekkevidde egentlig.

Intervjuer: Ja, mmm. Hvor langt bort kom dere tror du? Ikke sånt nøyaktig

Elev 3: Vi klarte hvert fall og stå liksom på ene siden av skolen der også på den andre siden der. Det er jo ganske langt egentlig.

Elev 3 forteller da her om noen av de eksperimentene han deltok på. Når elev 3 referer til at de stod på hver sin side av skolen mener elev 3 her at de stod utendørs ved siden av skolen, en episode som ble beskrevet i delkapittel 7.2. Her kan det være verdt å kommentere at noen av elevene gjennomførte aktiviteten med en mindre sendereffekt på Micro:Biten, noe som gjør at forskjellige elever fant ulike lengder for deres Micro:Bits rekkevidde. Hva elevene opplever som en lang eller kort rekkevidde

er jo uansett relativt, men det virker som om elev 3 opplevde at Micro:Bitene kunne kommunisere over lengre avstander enn han kanskje forventet.

Elev 3 fortalte også om noen av de andre eksperimentene som han og hans partner hadde gjennomført.

Intervjuer: Gjorde dere noen andre tester også?

Elev 3: Ja, litt sånn gjennom hverandre og sånt. Og objekter. Sånn betong[søyler].

Intervjuer: Merka dere noe forskjell hvis dere prøvde å sende gjennom?

Elev 3: Det var mye vanskeligere for de å sende gjennom for det var betong da.

Elev 3 har da også eksperimentert med å sende signaler gjennom objekter, blant annet betongsøyler. Gjennom betongsøylene var det «mye vanskeligere for de å sende gjennom», noe som jeg tolker som at elevene observerte en lavere signalstyrke enn de forventet. Det virker som elev 3 kommenterer at den lave signalstyrken kom fordi «det var betong da» og at betongs materialegenskaper gjør at signalstyrken blir spesielt påvirket.

I tillegg til å se på hvordan avstand og ulike materialer mellom sender og mottaker påvirket signalstyrken gjorde elev 4 en annen observasjon:

Intervjuer: Hva fant dere ut når drev å utforsket med signalstyrke og rekkevidde og sånt? Er det noe du kommer på?

Elev 4: Ja, at det var ikke så langt de kunne nå. Og man fikk aldri tallet helt ned på sånt 10 eller sånt. Det gikk fra sånn ingen styrke til sånn 30.

Elev 4 observerte da at «tallet», som da representerer signalstyrken, aldri gikk under en viss grense. Elev 4 nevner at det gikk fra «ingen signalstyrke», altså at radiomeldingen ikke ble mottatt av mottakeren og at elevene ikke fikk noen måling på signalstyrken, til at radiomeldingen ble mottatt og han da kunne observere en signalstyrke på rundt 30.

Som det blir beskrevet i kapittel 6.3.4 så forskyves tallverdien på den målte signalstyrken i programmet som elevene bruker i elevaktivitet 3 slik at målingene gjøres på en skala fra 0 til 100. Grunnen til at elevene ikke kunne gjøre målinger av signalstyrken på under en viss grense er at signaler under en viss grense ikke vil kunne

bli oppdaget av mottakerens antenne. Denne grensen kalles mottakerfølsomheten og vil for Micro:Biten variere fra -93 dBm til -85 dBm (Rossing, 2020), noe som for elevene ville gi målinger på mellom 35 til 43. Mottakerfølsomhet var ikke et tema som var blitt diskutert tidligere i undervisningsopplegget, men elev 4 sin kommentar viser da at enkelte elever oppdaget tegn til denne egenskapen ved Micro:Bits radio gjennom deres utforskning.

7.3.2.3 Forskjellene mellom mobiltelefoner og Micro:Bit

Elevene ble spurt om hvilke forskjeller de trodde var mellom forskjellene mellom en sender og mottaker til mobiltelefoner og til Micro:Bit. Dette temaet kom i undervisningsopplegget både i den lærerstyrte gjennomgangen og som en deloppgave i elevaktivitet 3. De intervjuede elevenes svar var enten rettet mot at mobiltelefonens var «forbedret» eller at mobiltelefonens signaler først må gå gjennom satellitter før det kommer frem til den andre mobiltelefonen.

Elev 1 kommenterer at mobiltelefoner har lengre rekkevidde enn Micro:Bit:

Intervjuer: Hva tror du er forskjellen mellom en sender og mottaker som Micro:Bit bruker og den en mobiltelefon bruker?

Elev 1: Nei, altså en Micro:Bit har jo ikke så lang rekkevidde. Så det må jo være noe som er forbedra på en smarttelefon. Hva det vet jeg ikke, men det er jo forbedra.

Elev 1 kan ikke forklare hvilke forbedringer som er gjort på en mobiltelefon sin sender og mottaker, men resonerer at siden mobiltelefoner har mye lengre rekkevidde så må den være «forbedra» på en eller annen måte. Han nevner ikke noe om hvordan mobiltelefoner benytter seg av et større system med basestasjoner for å oppnå denne rekkevidden. Det er dog en mulighet for at elev 1 tolket spørsmålet slik at spørsmålet bare refererte til hvilke endringer som er mellom radiosenderen som er i en mobiltelefon og den som er i en Micro:Bit, i motsetning til å tenke på hvordan kommunikasjonssystemet er for de to. Det kan da tenkes at elev 1 var klar over den forskjellen mellom Micro:Bits og mobiltelefonens kommunikasjon, hvor Micro:Bit kommuniserer direkte mens mobiltelefoner kommuniserer gjennom et større system hvor informasjonen går gjennom flere komponenter.

I elev 2 sitt svar virker å tyde på en mer tydelig feiloppfatning av spørsmålet, muligens forårsaket av en feiltolkning av spørsmålet;

Intervjuer: Hva tror du er forskjellen mellom sender og mottakeren til en Micro:Bit og den til en smarttelefon?

Elev 2: Smarttelefonen er jo mye bedre. Den er ladet opp, den kan du jo ha uten ladekabel og den varer kjempelenge. Du kan ringe, du kan sende meldinger, du kan gjøre nesten det du vil på den. Men på en Micro:Bit så er det liksom bare, du kan lage lyd, du kan sende emojis, melding, men du kan ikke ringe liksom

Ut fra elev 2 sitt svar så virker det for meg som at elev 2 heller har svart på hva hun ser som de generelle forskjellene mellom smarttelefoner og Micro:Bit og ikke forskjellene til dere sender og mottaker. I intervjuet ble det dessverre ikke stilt noe oppfølgingsspørsmål om dette temaet som kunne ha rettet opp elev 2 sin eventuelle misforståelse. Det jeg ønsker å trekke frem er at elev 2 sitt utsagn kan tolkes som at hun ser på disse to systemene fra hennes eget perspektiv og har mindre fokus på teknologiske artefakter. Sett på denne måten kan en si at elev 2 ser på disse systemene ut ifra et grensesnittperspektiv, hvor hun tar utgangspunkt i hva som er forskjellene for henne når hun interagerer med de ulike systemene.

Elev 3 og 4 hadde begge forklaringer som skilte seg fra de to første vi har sett til nå, hvor de fokuserte på rollen til satellitter i kommunikasjonen mellom mobiltelefoner. Dette var noe som kom opp i gjennomføringen av undervisningsopplegget i klasse 2. En elev foreslo da at satellitter er involverte i kommunikasjonen mellom to mobiltelefoner. Elev 3 og 4 var begge i klasse 2 og begge trekker satellitter frem når de forklarer forskjellene mellom mobiler og Micro:Bits kommunikasjon.

Intervjuer: Er det noen forskjell, eller hva tror du er en forskjell mellom sendere og mottakere til Micro:Bit og de sendere og mottakerne som mobiltelefoner bruker?

Elev 3: De på mobiltelefonene nok sterkere også får de jo hjelp av satellitter.

Intervjuer: Ja, hvordan får de hjelp av satellitter?

Elev 3: Først så skal de sende ut et signal. Så går det signalet opp til satellittene også står det liksom nummeret til telefonen du ringer til. Så finner satellitten ut hvor den personen er. Så sender den da signalet ned til den personen

Elev 3 nevner først at mobiltelefoner nok har en «sterkere sender». I undervisningsopplegget ble det ikke gått gjennom slike detaljer, men en sterkere sender vil

da kunne bety en sender som kan sende signaler med høyere effekt. I tillegg da til en sterkere sender så beskriver også elev 3 et større kommunikasjonssystem med flere ulike komponenter som må jobbe sammen for å oppfylle oppgaven med å få to mobiltelefoner til å kommunisere.

Ifølge elev 3 går da det først ut et signal fra mobiltelefonen. Dette signalet går da opp til en satellitt. Her kommenterer elev 3 at det står «nummeret til telefonen du ringer til», altså at informasjon om mottakertelefonens identitet blir også sendt opp til satellitten. Denne informasjonen om mottakertelefonen, forklarer elev 3, brukes da til å bestemme hvor satellitten skal sende signalet videre for å nå mottakertelefonen, noe satellitten gjør.

Elev 4 trekker også inn at satellittenes rolle som en forskjell mellom Micro:Bitens og mobiltelefonens kommunikasjon.

Intervjuer: Hva tror du er forskjellen mellom en sender og mottaker til Micro:Bit og den som er i en smarttelefon?

Elev 4: Kanskje Micro:Bit bruker ikke satellitter i verdensrommet. Den må ikke sende opp, for så å komme ned igjen. Den sender mellom. Men da blir det jo mindre rekkevidde den kan sende.

Intervjuer: Så Micro:Biten den må bare sende rett bort til den andre Micro:Biten?

Elev 4: mmm, den kan ikke gå så langt som en telefon.

Elev 4 er ikke like detaljert i beskrivelsen av mobiltelefonens bruk av satellitter i kommunikasjonen mellom mobiltelefoner, men ulikt elev 3 så kommer elev 4 inn på at Micro:Bit kommuniserer ved å sende signaler direkte mellom hverandre. Dette trekker elev 4 frem som en grunn til at Micro:Biten får en kortere rekkevidde enn mobiltelefonen.

8 Diskusjon

Målet for denne studien har vært å undersøke fagtemaet «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» fra læreplanen i naturfag og besvare problemstillingen:

Hva kan «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» innebære for undervisning på ungdomstrinnet?

I denne studien ser jeg på denne problemstillingen i kontekst av kompetansemålet fra læreplanen i naturfag, hvor elevene skal «utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og mottaker», og har fokusert på hva det å *forstå* fagtemaet betyr. For å belyse denne problemstillingen har jeg utviklet og testet et undervisningsopplegg, hvor grunnlaget for utviklingen ble lagt av en didaktisk transposisjon basert på uttalelser av fagekspertene innenfor fagområdet. Disse prosessene med først en didaktisk transposisjon som gav grunnlag for en utvikling også testing av et undervisningsopplegg reflekteres også i de tre forskningsspørsmålene (FS):

FS1: Hva kan essensen av kunnskapsinnholdet være?

FS2: Hvilket potensiale for læring gir det utviklede undervisningsopplegget?

FS3: Hva var elevenes opplevelse av undervisningsopplegget?

For å svare på FS1 vil jeg trekke frem resultatene fra den empiriske forundersøkelsen og se funnene fra denne opp mot teori som ble presentert i kapittel 2 og i 3. FS2 og FS3 vil bli besvart ved hjelp av å se resultatene fra kapittel 7 opp mot teori.

8.1 Hva kan essensen av kunnskapsinnholdet være?

I den didaktiske transposisjonene ble det identifisert hva fagekspertene mener er de mest grunnleggende elementene av fagtemaet, hva de mener er grunner for at alle ungdomsskoleelever skal lære seg temaet og hva slags konkrete fenomener fagekspertene mener kan være nyttige for elevene å erfare. Som det ble beskrevet i kapittel 5, baserer disse spørsmålsstillingene seg på de fire spørsmålene som Klafki oppsummerer den didaktiske transposisjonen med (Duit et al. 2007). I den videre diskusjonen vil jeg se på hvordan funnene fra denne didaktiske transposisjonen kan ses i lys av teori for å besvare FS1 og hvordan denne kunnskapsessensen ble brukt i utviklingen av undervisningsopplegget.

I den didaktiske transposisjonen kom det frem tre temaer som vil kunne strukturere kunnskapsinnholdet til fagtemaet «teknologiske system som består av en sender og mottaker». Dette var informasjonsoverføring, radiosystemer og teknologiske systemer. Den videre diskusjonen vil følge disse tre temaene.

8.1.1 Informasjonsoverføring

Temaet informasjonssystem handler om hvordan informasjon overføres mellom to parter. I dette temaet ses denne overføringen i veldig generelle termer, hvor en informasjonen fra en kilde blir sendt av en sender gjennom en kanal hvor informasjonen mottas av en mottaker som videresender informasjonen til en bruker, og er en modell som ble beskrevet av Shannon (1948). Grunnet dette temaets abstrakte og generelle natur ser jeg på kunnskap innen dette temaet som vitenskapelig grunnkunnskap i følge Staudenmaiers kategorier for teknologisk kunnskap, som beskrevet i Angell et al. (2019). Det er også da kunnskap som elevene vil trenge å transformere eller tilpasses den praktiske situasjonene den er knyttet i hvis elevene skal kunne bruke den i en teknologisk sammenheng (Angell et al. 2019).

Den ene fageksperten mente også at dette var alt for abstrakt kunnskap for elever i ungdomsskolen og dermed ha lite nytte for dem. Han kritiserte også at formuleringen «teknologiske system med en sender og mottaker» blir brukt i et kompetansemål, da begrepene sender og mottaker ikke er klart definerte. Slik kompetansemålet står nå kan «utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker» (Utdanningsdirektoratet, 2019) forstås på mange ulike måter, og læreren blir nødt til å tolke hva den egentlige hensikten med kompetansemålet blir. I undervisningsopplegget utviklet i denne studien har denne formuleringen blitt tolket til å omhandle radiosystemer, siden det virker som disse er mest relevant å undervise om, noe som vil bli diskutert senere. Hvis kompetansemålet var ment slik så kan en spørre seg om hvorfor kompetansemålet ikke kunne spesifisert dette?

Siden fageksperten gav uttrykk for at temaet informasjonsoverføring hadde liten nytte for elevenes liv, ble dette temaet ikke vektlagt i noe større grad i utviklingen av undervisningsopplegget. Begrepene sender, mottaker og medium ble brukt for å beskrive informasjonsoverføringen mellom to Micro:Bit i generelle termer i den lærerstyrte gjennomgangen, se 6.3.2, hvor begrepet medium ble brukt i stedet for kanal siden jeg tenkte at begrepet kanal kunne lett bli feiltolket av elevene. I gjennomgangen ble det viktig å knytte disse begrepene til en praktisk kontekst, slik at det ikke ville bli for abstrakt for elevene.

8.1.2 Radiosystemer

Fagtemaet radiosystemer ble sett på som mer relevant for fagekspertene enn det foregående fagtemaet. I dette temaet er det inkludert kunnskap om at radiobølger, en type elektromagnetisk stråling, kan brukes til å overføre informasjon trådløst mellom en radiosender og -mottaker. Mobiltelefoner og mobilnettverket er et eksempel på et slikt radiosystem og kunnskap om hvordan dette systemet, som de fleste av oss interagerer med daglig, mente fagekspertene hadde stor nytte for allmendannelse.

I fagtemaet radiosystemer trekker fagekspertene frem både kunnskap som kan regnes som vitenskapelig grunnkunnskap og som ingeniørteori, etter Staudenmaiers kategorier for teknologisk kunnskap (Angell et al. 2019). Kunnskap om radiobølger som en type elektromagnetisk stråling som brukes til å overføre informasjon er noe som vil falle inn under vitenskapelig grunnkunnskap. Det ble også trukket frem av fagekspertene at det å lære og gjøre seg erfaringer om noen av disse radiobølgenes egenskaper og hvilke muligheter disse gir i ulike kommunikasjonssystemer er viktig. En fagekspert foreslo at med hjelp av Micro:Bit kunne elever oppdage noen av disse egenskapene. Kunnskap om disse egenskapene vil for elevene være ingeniørteori, siden disse blir mer empirisk baserte enn teoretisk forankret i naturlover for elevene. Den ene fageksperten nevnte spesielt at det å utforske egenskaper til en Micro:Bits rekkevidde for å se hvilke parametere kan påvirke den, noe som ble videreutviklet til en aktivitet i undervisningsopplegget.

Fra resultatene av utprøvingen kan en se at denne aktiviteten ledet til at elevene kunne gjøre seg mange erfaringer om rekkevidden til et slikt radiosystem, men elevene mangler nok forståelse for å kunne forklare egenskapene de har erfart. Selv om egenskapene ved radiobølgene kan forklares gjennom naturlover vil slike forklaringer kunne være mer kompliserte enn det som er realistisk for elever i ungdomsskolen å ta inn over seg. Det er også verdt å merke seg at temaet elektromagnetisk stråling ikke opptre i læreplanen i naturfag før i VG1 med kompetansemålene «*forklare hovedprinsippene for trådløs kommunikasjon og gi eksempler på hva slik teknologi brukes til*» og «*utforske og beskrive elektromagnetisk og ioniserende stråling, og vurdere informasjon om stråling og helseeffekter av ulike strålingstyper*» (Utdanningsdirektoratet, 2019). Det kan dermed virke som at det er mot læreplanens hensikt å inkludere for detaljerte kunnskaper om elektromagnetisk stråling og dens egenskaper i undervisning på ungdomsskolen.

Fagekspertene trakk frem at kunnskap om radiosystemer som mobilnettverket var noe som kunne være viktig for elevene å kunne, siden dette er en teknologi som påvirker dem i deres daglige liv. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

(DSB) definerer elektroniske kommunikasjonssystemer som en samfunnskritisk funksjon i en rapport fra 2016. Det kan derfor argumenteres for at kunnskap om slike radiosystem er viktig å ha med i elevens allmenndannelse for å gjøre elevene klare til å gjøre seg opp informerte meninger i en eventuell samfunnsdebatt. I Sjøberg (2004) tar forfatteren for seg ulike argumenter for hvorfor naturfag bør være en del av elevens allmenndannelse. I ett av disse argumentene, demokratiargumentet, påpeker forfatteren at mange politiske utfordringer har kobling til vitenskap eller teknologi (Sjøberg, 2004). Et eksempel på en slik politisk utfordring kan en se i de ulike påstandene som sirkulerer om mobilnettet og spesielt 5G nettet. Denne neste generasjonen av mobilnettet skal gi bedre tjenester og bruksområder, men i flere offentlige forum påstås det at 5G er farlig og kan skade mennesker og dyr (Hanssen, 2021). I møte med slike påstander er det viktig å kunne vurdere om de er plausible, noe som krever en viss faglig innsikt (Sjøberg, 2004).

I utviklingen av undervisningsopplegget ble radiosystemer satt som et sentralt tema for undervisningen om teknologiske system som består av en sender og mottaker. Basert på en av de to fagpersonenes forslag ble det laget aktiviteter hvor elever kunne få bruke en type mikrokontrollere, Micro:Bit, til å erfare og utforske hvilke muligheter og egenskaper slike radiosystemer kan ha. Dette gjorde at undervisningsopplegget ble ganske praktisk anlagt, noe elevene virker å ha satt pris på. Som et radiosystem vil Micro:Bit kunne sies å være en noe enklere system i forhold til mobilnettverket, siden dette er et system med flere komponenter. Hallström og Klasander (2020) trekker forfatterne frem at det er viktig å gi elevene progresjon når de lærer om teknologiske systemer, noe som ble gjort i det utviklede undervisningsopplegget ved å trekke linjene fra elevenes erfaring med det enklere systemet med Micro:Bit til det mer komplekse systemet, mobilnettverket.

I diskusjonen knyttet til FS2 vil en dog kunne se at det er mange utfordringer knyttet til elevenes forståelse av begrepene brukt i undervisningsopplegget, men før diskusjonen rettes mot FS2 vil vi først se på det siste fagtemaet som kom frem i den didaktiske transposisjonen.

8.1.3 Teknologiske systemer

Teknologiske systemer er noe som består av flere deler eller komponenter, som har en menneskeskapt kjerne og som oppfyller en oppgave (Hallström & Klasander, 2020). Siden teknologi i dag sjeldent opptrer som en enkelt artefakt, men heller som en del av et større system, er det viktig å ha noe kunnskap om systemer. Fagpersonene trakk også frem viktigheten av å ha se på teknologien knyttet til

for eksempel mobilnettverket som et system, for å kunne se helheten på systemet og hvordan det oppfyller sin oppgave. Det ble også påpekt at forskningsmiljøer i Norge har spilt en betydelig rolle i historien om utviklingen av mobilnettverket, noe som potensielt kan interessere elever til å lære mer om det. Begge disse to punktene, se systemets helhet og se den historiske utviklingen, faller også inn under noen av de fire læringsstrategiene som Hallström og Klasander (2020) fremsatte for å lære om teknologiske systemer.

En av læringsstrategiene til Hallström og Klasander (2020), som ble presentert i kapittel 2.2.3, er den holistiske strategien. Med denne strategien blir det vektlagt å se på systemets funksjon som helhet, før man ser på noen viktige undersystem eller komponenter. Det er da systemets og komponentenes formål som skal settes i fokus med denne strategien, mens de tekniske detaljene i systemet blir i stor grad oversett for å holde fokuset på systemets formål og oppbygning (Hallström & Klasander, 2020). Hallström og Klasander (2020) fant at systemtenkningen blant lærere ofte blir overskygget av et fokus på en teknologisk artefakt eller et vitenskapelig tema knyttet til systemet.

I det utviklede undervisningsopplegget ble det prøvd å bruke dette helhetlige fokuset på mobilnettverket og se mest på systemets formål, hovedkomponenter og noen egenskaper ved systemet. Dette temaet ble hovedsakelig fokusert på i kun en fase av undervisningsopplegget, den lærerstyrte gjennomgangen, og det kan da tenkes at elevene kunne trenge mer tid på å ta inn over seg oppbygningen av et system som mobilnettverket. Den historiske strategien som Hallström og Klasander (2020), samt en av fagekspertene, foreslår ble ikke brukt i undervisningsopplegget utviklet i denne studien, men kunne vært et element å utforske i senere utvikling rundt dette temaet.

Det ble derimot valgt å inkludere Hallström og Klasander (2020) sin design strategi, noe som ble gjort ved at elevene skulle komme frem til en ide til et produkt. I denne oppgaven skulle elevene definere hvilket problem den løste, hvilke deler den bestod av og hvordan disse delene fungerte.

8.2 Hva er potensialet for læring?

Å kunne konkludere med hva elevers læringsutbytte er krevende, spesielt sett i fra Deweys syn på læring gjennom erfaringer. Det har derfor ikke vært et mål for denne studien å si noe sikkert om elevers læringsutbytte etter undervisningsopplegget som ble utviklet i denne studien, men resultatene fra utprøvingen kan gi en indikasjon på

hvilket potensiale for læring det utviklede undervisningsopplegget gir. Resultatene indikerer at undervisningsopplegget har potensialet for å gi elevene kunnskaper innen både vitenskapelig grunnkunnskap, ingeniørteori og sosioteknologisk forståelse, etter kunnskapskategoriene for teknologi presentert i Angell et al. (2019). Under potensialet for elevenes læring av vitenskapelig grunnkunnskap kan en se noen tegn til at begrepet signaler kunne gi elevene noe utfordringer, noe som vil bli diskutert i etterkant av 8.2.1. Jeg vil også diskutere hvordan undervisningsopplegget praktiske natur kan ha bidratt til elevenes læring ved å se på opplegget i lys av Dewey sin læringsteori.

8.2.1 Vitenskapelig grunnkunnskap

Vitenskapelig grunnkunnskap er kunnskap som er hentet fra matematiske eller naturvitenskapelige fagdisipliner og kommer oftest i en generell og abstrakt form (Angell et al. 2019). I det utviklede undervisningsopplegget regner jeg kunnskap om at radiobølger er elektromagnetiske bølger, at de kan brukes til å sende signaler som inneholder informasjon og kunnskap om de generelle forskjellene mellom hvordan Micro:Bit og mobiltelefoner kommuniserer, hvor Micro:Bit kommuniserer direkte mellom hverandre mens mobiltelefoner må bruke et stort system med basestasjoner og sentraler.

I intervjuene i etterkant av gjennomføringen av undervisningsopplegget ble elevene spurt om å annet beskrive hvordan Micro:Bit kommuniserer med hverandre og hva forskjellene er mellom Micro:Bit og mobiltelefoner i deres kommunikasjon. Fra elevenes svar på disse spørsmålene, og fra enkelte av elevenes utsagn som ble sett i videoopptakene, kan det virke som at mange av elevene slet med disse konseptene, men vi ser også noe tegn til forståelse.

I kapittel 7.3.2 ble uttalelser fra elevenes intervju relatert til deres faglige forståelse presentert. Her så vi hvordan de intervjuede elevene virket noe usikre når de skulle forklare hvordan Micro:Bit kommuniserer med hverandre. Elevene trakk frem at signaler blir sendt mellom dem og at det er viktig at begge Micro:Bitene er på samme radiogruppe. En elev nevnte at disse signalene var en form for bølger, men ingen av elevene trakk frem at signalene er radiobølger. Dette indikerer at elevene ikke fikk den ønskede forståelsen av denne delen av den vitenskapelige grunnkunnskapen. Dette vil jeg se mer på i kapittel 8.2.1.1.

Det må dog nevnes hvordan gruppe 1 fra videoopptakene, se kapittel 7.2.1, nevnte i sin diskusjon at elektromagnetiske bølger spilte en rolle slik kommunikasjon. Det ble og her diskutert hvordan flere slike bølger kunne interagere og «stoppe» eller «svek-

ke» hverandre. Dette viser at enkelte av elevene kan ha oppnådd noe mer forståelse av disse vitenskapelige grunnkunnskapene enn det som resultatet av intervjuene indikerer.

Mange av elevene brukte begrepet signaler i sine utsagn i intervjuene, men det virket som flere av elevene var usikre på hva disse signalene egentlig var. Dette kan komme av at selv om begrepet signaler ble brukt mye i undervisningsopplegget, så ble det nok ikke lagt like mye tid på å forklare og på å la elevene få forståelse av hva begrepet betyr. Det kan for fremtidig utvikling av undervisningsopplegget være verdt å fokusere på hvordan dette begrepet brukes i undervisningen, slik at elevene kan få en bedre forståelse av hva disse signalene faktisk er.

Innenfor de vitenskapelige grunnkunnskapene regner jeg også kunnskaper om hvordan mobiltelefonnettverket fungerer på et overordnet nivå, samt hvordan kommunikasjon med mobiler skiller seg fra kommunikasjonen med Micro:Bit. I intervjuene ble elevene spurt om å forklare forskjellene mellom måten Micro:Bit og mobiltelefoner kommuniserer med hverandre og basert på dette ser vi at flere av elevene kunne trekke frem noen forskjeller, noe vi også kunne se trekk av i videoopptakene.

I intervjuene var det to av elevene, elev 3 og elev 4, som nevnte hvordan mobiltelefoner får hjelp fra satellitter i sin kommunikasjon, og med det tenker at signalene fra en mobiltelefon går først opp til en satellitt og derfra videresendes til mottakerens mobiltelefon. Elevene i gruppe 1 nevnte også satellitter i sin forklaring. Dette peker på at elevene viser forståelse for at mobiltelefoner er en del av et større kommunikasjonssystem, hvor flere undersystem trengs for å frakte informasjonen fra sender til mottaker. Dette ser vi tydelig i en av elev 3 sine uttalelser fra intervjuet, hvor han trekker frem at både at signalet går fra mobiltelefon, til satellitt og videre til mottakers mobiltelefon, men også at det er inkludert informasjon om mottakeren i signalet som sendes, noe som gjør at signalet kan sendes videre til den korrekte mottakeren. Elev 4 nevner også dette gir mobiltelefoner større rekkevidde enn systemer som Micro:Bit som sender signaler direkte mellom hverandre. Dette viser at i tillegg til å kunne se mobilnettverket som et større system så ser også enkelte av elevene hva som er formålet med det mer kompliserte designet. Men det kan være at fokuset på satellitter gir et noe feilaktig inntrykk av hvordan mobilnettverket i dag fungerer.

Som det ble nevnt i 7.3.2 var ideen om at satellitter benyttes i mobilnettverket noe som ble foreslått av en elev i gjennomføringen og som jeg som lærer da anerkjente at det i enkelte tilfeller skjedde. Satellitter blir brukt til talekommunikasjon i dag, men dette er i de aller fleste tilfellene kun over egne systemer som krever en egen enhet,

en satellittelefon (Stette, 2020). I fremtiden kan det hende at satellitter vil i større grad bli brukt i for å gi tilgang til mobilnettverk og internett ved steder som ikke har landbasert infrastruktur (Marchese et al. 2019). Satellitter har derfor en rolle i hvordan vi i dag og i fremtiden vil kommuniserer med hverandre over mobilnettverket, men i undervisningen er det viktig å peke på at dette er i unntakstilfeller. Fra min erfaring virker dette som en utfordring fordi det kan virke som at noen elever viser ekstra interesse i konseptet at satellitter er involvert i mobiltelefoners kommunikasjon, noe som kan overskygge det faktum at mobilnettverk baserer seg på landbaserte basestasjoner og sentraler.

8.2.1.1 «Bølger eller noe sånt?»

Som det ble nevnt kunne det virke som at begrepet signaler var noe uklart for elevene. Flere av utsagnene i intervjuene viste at elevene var usikre på hva disse signalene var og det kan hende elevene også blander inn disse signalenes opphav med andre fenomener. Det er mulig dette kan være en potensiell utfordring for elevenes læring.

Som vi så av elevenes uttalelser i intervjuene, se kapittel 7.3.2, brukte alle begrepet signaler for å beskrive kommunikasjonen mellom Micro:Bit, men ingen kunne spesifisere hva disse signalene var. Eksempelvis nevnte elev 1 at Micro:Bitene måtte være i samme *radiogruppe*, men viste ikke mer om hva de faktisk kommuniserte med annet enn gjennom «noen signaler». Det kan dermed virke at selv om mange av kommandoene eller blokkene elevene bruker i MakeCode involverer ordet radio, så gjør ikke dette at elevene assosierer signalene som Micro:Bit sender ut med radio-signaler eller radiobølger. Elev 4 nevner litt mer om disse signalene. Han beskriver at disse signalene er «sikkert noe sånt bølger, signalbølger, eller noe sånt.» Elev 4 sin beskrivelse kommer innom at signalene er en type bølger, noe som er helt korrekt, men forstatt en beskrivelse som er noe mangelfull.

I videoopptaket av elevgruppe 1, beskrevet i kapittel 7.2.1, kan vi høre hvordan elevene diskuterte disse signalene. Her blir de faktisk korrekt identifisert som elektromagnetisk stråling, men vi ser også tegn til at begrepet nok blir misforstått. I kapittel 7.2.1 ble denne diskusjonen presentert:

Anders: For å kommuniser med hverandre må Micro:Bitene kunne motta signaler fra hverandre. Diskuter hva kan gjøre at en Micro:Bit ikke lengre kan motta signalene fra senderen? En vegg.

Birger: Men hvis det er veldig mye sånn radioaktivitet rundt, så for

eksempel Tsjernobyl. Hva heter det da? Sånn at det liksom er masse radioaktive bølger overalt, sånn som fra en mikrobølgeovn eller fra telefonen.

Anders: En vegg kan jo også stoppe den.

Birger: Ikke nødvendigvis. Elektromagnetiske bølger er jo ganske sterk.

Her vil jeg spesielt trekke frem hvordan Birger bruker begrepet radioaktivitet. For meg så kan det virke her som at Birger har forvekslet begrepet radioaktivitet og bruker det i stedet for radiobølger eller radiosignaler, siden han senere bruker begrepet elektromagnetisk stråling og nevner at disse radioaktive bølgene er slikt som kommer fra mikrobølgeovner og fra mobiltelefoner. Men Birger nevner også Tsjernobyl spesielt, en by mest kjent for at det i 1986 skjedde en alvorlig kjernekraftulykke som spredde store mengder med radioaktive stoffer over Europa (Salbu & Reitan, 2022). Dette gjør at en også kan tolke Birger sitt utsagn som at han ser på elektromagnetisk stråling og radioaktivitet som det samme fenomenet.

Det virker derfor som signaler og radiobølger kan være utfordrende begreper for elevene og kan gi en indikasjon på at disse begrepene burde ha fått et større fokus i undervisningsopplegget. Et spørsmål som en kan stille seg da er hvor mye en bør fokusere på disse begrepene i undervisnings om dette «teknologiske system med sender og mottaker»? For i læreplanen for naturfag nevnes ikke elektromagnetisk stråling før i læreplanen for vg1 (Utdanningsdirektoratet, 2019). Dette kan nesten virke som en konflikt innad i læreplanen hvor elever på den ene siden skal lære om teknologiske systemer med sender og mottaker, hvor et sentralt tema er radiobølger, på ungdomsskolen, men de skal ikke lære om radiobølger og annen elektromagnetisk stråling før på videregående. Det er helt klart at det fins løsninger på denne mulige konflikten, men det er et poeng som kan skape usikkerhet blant lærere når de skal undervise om temaet.

8.2.2 Ingeniørteori

I motsetning til vitenskapelig grunnkunnskap trenger ikke ingeniørteori å være like teoretisk stringent, men kan heller være bygget på empiriske erfaringer. Dette er teori som er nært knyttet til praktiske situasjoner og kan lett anvendes i slike situasjoner, men har mindre forklaringskraft enn vitenskapelig grunnkunnskap (Angell et al. 2019). Gjennom undervisningsopplegget kan vi se tegn til at elevene har fått kunnskaper om rekkevidden til Micro:Bit som kan regnes som slik ingeniørteori.

Fra intervjuene ser vi at elevene har lært seg flere egenskaper knyttet til rekkevidden

til Micro:Bit. I elevenes utsagn nevner de både at avstand mellom sender og mottakeren og materialet eller medium som er mellom sender og mottaker kan påvirke Micro:Bitens rekkevidde. En elev la også merke til en oppførsel ved målingene av signalstyrken, nemlig at det er en grense for hvor lavt signalstyrken blir før Micro:Biten er utenfor rekkevidde. Disse utsagnene viser at elevene har kunnskaper om egenskapene til Micro:Bitens rekkevidde.

Elevene har ikke kunnskaper som de kan bruke til å forklare egenskapene de har oppdaget, men de kan bruke erfaringene som de har gjort seg til å beskrive egenskapene til Micro:Bits rekkevidde, noe vi ser i elevenes utsagn fra intervjuene. Mange av elevene viser også at de klarer å skissere hvordan de kan bruke denne kunnskapen i et produkt eller oppfinnelse, noe vi kan se fra elevenes ideer til oppfinnelser fra elevaktivitet 4. Dette kan vise at kunnskapene til elevene er til en viss grad generaliserbare, noe som i tillegg til det empiriske opphavet og kunnskapens praktiske natur gjør at jeg mener dette er kunnskap som kan samlet sett kalles ingeniørteori.

I intervjusituasjonen følte jeg at det virket som elevene var tryggere på seg selv når de forklarte meg hvilke egenskaper om rekkevidden de hadde oppdaget enn de andre faglige spørsmålene. Dette kan skyldes at elevene kan trekke på deres egne erfaringer, noe som kan gjøre det lettere for dem å forklare fenomenet. Elevenes læring gjennom erfaringer vil bli diskutert videre i kapittel 8.2.4.

8.2.3 Sosioteknologisk forståelse

Den siste kunnskapskategorien innen teknologi er sosioteknologisk forståelse og dette er kunnskap om forholdet mellom teknologiske løsninger, naturen og samfunnet (Ropohl, 1997). Teknologiske løsninger er ment å fungere i den virkelige verden og bli brukt av mennesker og samfunnet, men hvis teknologien ikke blir brukt av mennesker eller samfunnet har den lite nytte. Teknologien må altså både fungere og være salgbar.

I undervisningen fikk elevene vist frem deres kompetanse innen dette feltet ved å utvikle en ide til en oppfinnelse. Oppfinnelsen måtte inneholde en sender og mottaker, den måtte utnytte egenskapene ved signalstyrken til signalene mellom disse og elevene måtte finne en måte de kunne bruke denne teknologien til å løse et problem for mennesker. Dette var en del av utvidelsesfasen i undervisningsopplegget etter 5E metoden, og var ment å gi elevene mulighet til å reflektere om kunnskapen og erfaringene de alt hadde gjort i lys av sosioteknologisk forståelse. I resultatene fra utprøvingen kan vi se indikasjoner på at elevene fikk brukt sin samfunnsinnsikt og kombinert denne med det de har om sendere og mottakere og dermed lært

sosioteknologisk forståelse.

I resultatene, kapittel 7.1.3, så vi noen eksempler på disse oppfinnelsene. En av disse var MicroDate. Dette var en oppfinnelse som kan hjelpe deg å finne en date, og fungerer ved at brukerne har en enhet på seg som sender et signal til andre MicroDate enheter. Hvis to brukere «passer sammen» vil MicroDate enhetene indikere dette ved et lydsignal og gi indikasjoner på hvor langt unna den andre MicroDate enheten er basert på signalstyrken til signalene mellom de to. Elevene har med denne oppfinnelsen klart å finne en løsning på et potensielt problem for en brukergruppe, det å finne en date mens man er ute for eksempel på et utested. Elevene har da fått vist at de kan bruke deres tekniske innsikt om radiosendere og -mottakere for å finne en potensiell løsning for en gruppe mennesker. Dette kan være en indikasjon på en viss sosioteknologisk forståelse, siden elevene viser at de kan se et potensiale for å bruke en teknologisk løsning til et salgbart produkt.

Et større utvalg av noen av de andre oppfinnelsene elevene foreslo i undervisningen kan ses i vedlegg H. Av denne listen kan en se at ikke alle elevoppfinnelsene tar i bruk egenskaper ved signalstyrken, slik som oppgaven spesifiserer. Derimot er alle oppfinnelsene rettet mot å løse små eller store problemer for en brukergruppe ved hjelp av et sender- og mottakersystem. Selv om ikke alle elevene fikk oppfylt læringsmålet om å lage en oppfinnelse som benyttet egenskapene til rekkevidden til et radiosystem, så fikk de vist sosioteknologisk forståelse.

8.2.4 Utforsking om rekkevidde: Verdifulle erfaringer

I løpet av undervisningsopplegget fikk elevene mange muligheter for å gjøre seg erfaringer og teste ut ting i praksis. Basert på datamateriell fra videoopptakene, intervjuer av elever og mine egne observasjoner kan det se ut som denne aktiviteten gav elevene mulighet for å oppleve verdifulle erfaringer ut ifra Dewey sitt syn på erfaringsbasert læring.

Fra kapittel 2.1.1 ble det trukket frem hvordan Dewey så læring som noe som skjedde gjennom verdifulle erfaringer. En forenklet fremstilling av disse verdifulle erfaringene er at de starter som en ide som får fullbyrdes i en handling eller erfaring som gir en konklusjon til erfaringen. Denne prosessen mener jeg vi kan se tegn til i videoopptakene fra elevaktivitet 3, hvor for eksempel vi så hvordan gruppe 1 først diskutere om signalene fra en mobiltelefon kunne forstyrre kommunikasjonen mellom Micro:Bitene.

I resultatene fra gruppe 1 kan vi se at en elev kommer frem med denne ideen og at

elevene deretter gjennomfører et eksperiment for å teste ut denne ideen. I Wong et al. (2001) poengtere at ideers verdi ligger i at de blir satt ut til liv som en handling eller erfaring. Dette er noe som skjer hos gruppe 1 og noe som vi ser skje hos andre elevgrupper under denne aktiviteten. Elevene får frihet og autonomi til å selv velge hvordan de ønsker å undersøke Micro:Bitens rekkevidde og kan bruke Micro:Biten til å gjøre om disse ideene til eksperimenter hvor de får gjøre seg erfaringer om hvordan deres ide ble realisert i den virkelige verden.

I Wong et al. (2001) trekker forfatterne frem viktigheten av følelsene av forventning som ligger i en ide og hvordan dette er «den emosjonelle energien som både driver frem og holder sammen utviklingen av en erfaring» (Wong et al. 2001, s. 321. Egen oversettelse.). Fra det vi så av gruppe 1 kan vi tolke deres handlinger som at de fikk en ide, og at forventningene til denne ideen drev de frem til å teste ut deres ide, noe som førte til at de gjorde sine erfaringer. Så selv om det er vanskelig å si om akkurat elevene i gruppe 1 følte denne «energien» fra deres ide som brakte dem frem til erfaringen de gjorde, så kan en hvert fall se at elever kunne gjøre seg erfaringer basert på ideer de kom på selv.

Vi så også hvordan erfaringene fra disse eksperimentene kunne lede frem til nye diskusjoner og ideer. I kapittel 7.1.2 ble det trukket frem en episode i etterkant av elevenes eksperimenter om Micro:Bitens rekkevidde. En elev spurte om Micro:Bitens sendereffekt kunne settes så høyt at signalene ble synlige. Dette kan vise hvordan elevers erfaringer og utforskning av et konsept kan lede til nye ideer, som igjen vil kunne gi nye erfaringer og nye muligheter for elevene til å lære. I denne situasjonen ledet det til en kort diskusjon om egenskapene til elektromagnetisk stråling og hvordan radiobølger og synlig lys bare er ulike sider av det samme fenomenet.

Selv om det ikke er mulig å si noe om hvilke følelser som drev elevene frem gjennom undervisningen, så kan vi hvertfall si noe om hva elevene selv mente om undervisningen. I intervjuene kan vi se at både elev 1 og elev 4 begge trekker frem noen av de praktiske aspektene ved undervisningen som positive sider ved undervisningen. Elev 4 nevner at noe av grunnen til at han synes undervisningen var gøy var fordi han kunne se og oppleve hvordan faktorer som en vegg kunne ha på signalstyrken. Elev 1 nevnte også spesifikt at han trodde han lærte bedre når han fikk prøve ut ting i praksis i gjennom undervisningen. Dette kan gi indikasjoner på at elevene kunne oppleve læring etter Dewey sitt perspektiv gjennom undervisningsopplegget (Wong et al. 2001).

8.3 Hva var elevenes opplevelse av undervisningsopplegget?

Elevenes opplevelse av undervisningsopplegget virket å være generelt positiv. I intervjuene ser vi at elevene mente undervisningsopplegget som helhet var gøy og at det var en variasjon fra den vanlige undervisningen, noe de mente var positivt. Det ble også trukket frem at de syntes det var positivt at undervisningen var praktisk anlagt og tillot de å gjøre erfaringer selv, noe enkelte av elevene mente hjalp dem å lære bedre. Elevenes utsagn fra intervjuene sammenfaller også med mine egne observasjoner fra klasserommet, da elevene generelt virket motiverte og interesserte i undervisningen.

Selv om det er et godt tegn at elevene sier de likte undervisningen og syntes den var gøy, noe som kan øke deres motivasjon for læring, så kan det være mange andre faktorer som påvirker elevenes innstilling til undervisningsopplegget. Som ble også nevnt i kapittel 4.1.3 kan faktorer som en ny og ukjent lærer, nytt faglig tema og nye læringsmetoder ha muligheten til å påvirke elevene både positivt og negativt. Det kan for eksempel tenkes at elevene var mest interesserte i det nye «leketøyet», Micro:Bit, og var mindre interessert i hva de kunne lære med å bruke Micro:Bitene. Selv tenker jeg at elevenes interesse nok stammer fra en kombinasjon av elevenes interesse i de nye og ukjente elementene i undervisningen og læringsmulighetene og erfaringene de kunne gjøre seg ved å bruke Micro:Bitene, men data fra denne studien kan ikke gi noen konklusjoner om dette.

Et tema som dukket opp som en utfordring for elevene i undervisningsopplegget var programmering. Som det ble nevnt i kapittel 7.3.1 var det bare en av de intervjuede elevene som gav uttrykk for å ha hatt noe større utfordringer med programmeringen i undervisningsopplegget, men fra mine observasjoner i klasserommet virket det som at det var flere enn bare denne ene eleven som opplevde at deler av programmeringen i undervisningsopplegget var utfordrende. Noen av disse utfordringene kan nok regnes som uforutsette tekniske problemer, som det at en elev nevnte at hun hadde trøbbel med å overføre et program fra datamaskinen til Micro:Biten, og er nok noe som må regnes med vil kunne skje. Men hovedsakelig virket det som at elevene opplevde mest utfordringer knyttet til elevaktivitet 2, hvor det kan virke som at aktiviteten la opp til en for rask progresjon for elevenes programmeringsferdigheter.

I elevaktivitet 2 skulle elevene programmere et spill som benyttet Micro:Bit sin radiosender og -mottaker. Målet med aktiviteten var å både la elevene se et eksempel på hvordan informasjon kan bli sendt med hjelp av radio og bli brukt til å ta avgjørelser. Samtidig la aktiviteten også opp til at elevene skulle lære hvordan de brukte variabler, hvisblokker og sammenligningsblokker i MakeCode. Dette kan

virke som har vært en for rask progresjon for elevene og førte nok til at elevene kun fokuserte på hvordan de skulle implementere koden. Målet om å vise elevene hvordan informasjon kan flyte gjennom et radiosystem og brukes til å styre systemet kom nok da i bakgrunnen.

Selv om programmeringen i undervisningsopplegget gav noen utfordringer for elevene, viser resultatene at undervisning rettet mot kompetansemålet om å «utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker» (Utdanningsdirektoratet, 2019) fint kan kombineres med en introduksjon til programmering. Med mulighetene som er vist i det utviklede undervisningsopplegget for å bruke Micro:Bit til å utforske radiosystemers egenskaper så vil da dette undervisningsopplegget også kunne sies å være rettet mot kompetansemålet «bruke programmering til å utforske naturfaglige fenomener» (Utdanningsdirektoratet, 2019). Dette kan forsvare at en lærer kan bruke endel tid på dette eller lignende undervisningsopplegg.

8.4 Forslag til forbedring av undervisningsopplegget

I etterkant av utprøvingen av undervisningsopplegget og analyseprosessen av resultatene ser jeg både styrker og svakheter ved undervisningsopplegget som jeg utviklet i denne studien. Jeg vil videre diskutere noen mulige forbedringer som kunne vært gjort på undervisningsopplegget som muligens kan adressere noen av de utfordringene som er blitt trukket frem tidligere i dette kapitlet.

Som vi har sett i dette kapitlet har undervisningsopplegget utviklet gjennom denne studien potensiale for å gi elever kunnskaper innenfor flere ulike kategorier av teknologisk kunnskap, men av ulik grad. Kanskje spesielt innen elevenes beherskelse av begreper som signaler eller forståelse av radiobølger som elektromagnetisk stråling. Dette er aspekter jeg kunne ønsket å undersøke videre i en eventuell videre utvikling av dette undervisningsopplegget, men som jeg ikke ser noen lettvinnt løsning på innenfor rammene som undervisningsopplegget ble utviklet for. Flere undervisningstimer kunne for eksempel gitt elevene mulighet til å bedre bearbeide temaene innenfor den vitenskapelige grunnkunnskapen for å opparbeide en bedre forståelse av begrepene som er inkludert i undervisningsopplegget.

Andre muligheter som kunne vært prøvd ut er å ta ut elevaktivitet 2 fra undervisningsopplegget. I elevaktivitet 2 lager elevene et spill som bruker Micro:Bits radio til å sende og motta informasjon som kontrollerer spillets gang. Denne aktiviteten kan være et godt utgangspunkt for å vise elevene hvordan informasjon kan sendes

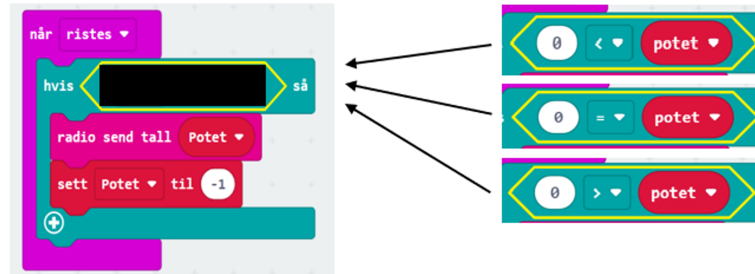
med radiosignaler og brukes til å ta avgjørelser i et program, men det er nok lett at aktiviteten får et større fokus på programmeringen. Hvis man ikke ønsker å ha et stort fokus på programmering kan en dermed vurdere å ikke gjøre denne aktiviteten og bruke tiden som blir frigjort til å kanskje forlenge den lærerstyrte gjennomgangen noe, samt å inkludere en aktivitet hvor elevene må bearbeide og bruke begrepene fra denne gjennomgangen.

I utviklingen av dette undervisningsopplegget valgte jeg å benytte aspekter av 5E modellen for utforskende undervisning, noe jeg følte fungerte bra. 5E modellen deler undervisningen i fem faser, engasjere, utforske, forklare, utvide og vurdere. Fiskum og Korsager (2017) trekker frem at det ikke er nødvendig at disse fasene skal komme etter hverandre i den oppgitte rekkefølgen og en fase kan komme igjen flere ganger. I det utviklede undervisningsopplegget kom forklaringsfasen, den lærerstyrte gjennomgangen, før utforskningsfasen, hvor elevene utforsket rekkeviddens egenskaper med signalstyrken. Det hadde dog vært interessant å utforske effektene av å følge 5E modellen strengere ved å sette utforskningsfasen før forklaringsfasen. Dette kunne kanskje gitt meg muligheten til å avdekke flere av elevenes vansker underveis i undervisningen og gitt meg muligheten til å adressere dem.

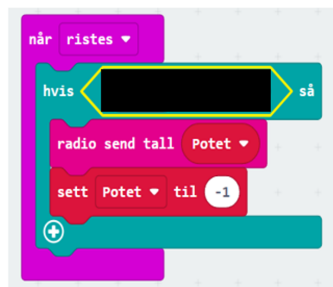
En mer konkret utbedring som kunne vært gjort er å forsøke å senke kompleksiteten i elevaktivitet 2. I denne aktiviteten skulle elevene bruke variabler, hvisblokker og sammenligningsblokker i MakeCode. Som det ble nevnt i kapittel 7.1.1 kan det virke som at instruksene til denne aktiviteten, som kan ses i vedlegg C, var for komplisert. I vedlegg G er det vedlagt et forslag til en utbedret instruks til elevene, hvor elevene nå må velge hvilken sammenligningsblokk som er rett å bruke blant noen eksempler. I figur 15 kan en se en sammenligning mellom den nye og originale instruksene.

Gjennom denne studien har det blitt klart for meg at fagtemaet «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» er bredere enn jeg tidligere trodde. I utviklingen av undervisningsopplegget valgte jeg å fokusere på radiosystemer og egenskaper til rekkevidden til noen av disse radiosystemene for å bygge en forståelse blant elevene. Andre undervisningsopplegg rettet mot dette fagtemaet kunne for eksempel se mer på teknologiske systemer, se mer detaljert på hvordan ulike systemer er bygget opp og virker. Mulighetene er mange og undervisningsopplegget som er utviklet i denne studien er bare en mulig løsning.

5. Når spilleren rister microbiten skal vi sende fra oss «Poteten». Det gjør vi ved å sende verdien til «Potet» med radioen. Når vi har sendt fra oss poteten må vi sette verdien til «Potet» til -1 for å vise at vi ikke lenger har den. MEN dette skal programmet bare gjøre *hvis* «Potet» har verdi større enn 0. **Velg den rette sammenligningsblokka til å finne ut om «Potet» har større verdi enn 0.**



5. Når spilleren rister microbiten skal vi sende fra oss «Poteten». Det gjør vi ved å sende verdien til «Potet» med radioen. Når vi har sendt fra oss poteten må vi sette verdien til «Potet» til -1 for å vise at vi ikke lenger har den. MEN dette skal programmet bare gjøre *hvis* «Potet» har verdi større enn 0. Bruk den rette sammenligningsblokka til å finne ut om «Potet» har verdi større enn 0.



Figur 15: Et eksempel av endringene i instruksene for elevaktivitet 2, hvor vi øverst ser forslaget til utbedring og nederst den originale instruksene.

8.5 Metoderefleksjon

I denne studien er det blitt gjennomført en fleksibel kvalitativ studie basert på intervensjonsbasert forskningsdesign. I det første av de fem stegene til intervensjonsbasert forskning, beskrevet av Fraser og Galinsky (2010), ble det satt opp et teoretisk rammeverk for studiens intervensjon. Dette rammeverket ble delvis basert på uttalelser av fagekspertene, hvor disse uttalelsene ble brukt til å gjøre en didaktisk transposisjon av temaet «teknologiske system som består av en sender og mottaker». Valget av å basere seg på fagekspertene mener jeg styrket studiens intervensjon og gav det kvaliteter som nok ikke villet kommet frem hvis det teoretiske rammeverket kun ble basert på litteratur. Møtet med fagekspertene gav meg innsikt i hva som kunne være relevant kunnskap om temaet og resulterte i konkrete forslag som kunne inkluderes i undervisningsopplegget.

Det er da også klart at det ikke er nok grunnlag til å kunne si om denne metoden er noe som kan generelt anbefales for å utvikle nye undervisningsressurser. I denne studien ble 2 fagekspertter intervjuet, og fra deres uttalelser kan en spekulere i om disse fagekspertene var mer kunnskapsrike om grunnopplæringen i Norge enn kanskje mange andre fagekspertter kan tenkes å være. Mer forskning trengs for å kunne si noe generelt om denne metoden, men med den teknologiske og vitenskapelige utviklingen som skjer i dag kan det tenkes at denne metoden er godt egnet for å gi et mer virkelighetsnært bilde av et fagfelt.

I forskningsdesignet brukt i denne studien ble ikke alle aspektene knyttet til intervensjonsbasert forskning utnyttet. I følge Fraser og Galinsky (2010) skal man etter å ha utviklet et førsteutkast gjennomføre en pilotutprøving av intervensjonen. Dette ble ikke gjort i denne studien på grunn av manglende tid, men sett i etter tid ville det nok ha vært nyttig å gjennomført en småskala pilot for å se om det er mulig å gjennomføre undervisningsopplegget innenfor de satte tidsrammene, avdekke misoppfattelser og gi en indikasjon på undervisningens vanskelighetsgrad.

Etter gjennomføringen av pilotutprøvingen skulle en i følge Fraser og Galinsky (2010) gjennomført effektivitetstester for hver enkelt komponent av intervensjonen. Dette ble ikke gjennomført i denne studien og er noe jeg ser som svært utfordrende å ha skulle gjennomført. I teorien ville en kunne ha gjennomført pre- og posttester etter hver fase av undervisningen, men siden undervisningens faser bygger på hverandre er jeg usikker på om hva man ville fått ut av disse.

I følge Fraser og Galinsky (2010) skal man i de siste stegene av intervensjonsbasert forskning teste ut intervensjonen i varierte og virkelighetsnære settinger. I disse testene er det ikke lenger forskeren selv som gjennomfører intervensjonen, igjen for å gjøre disse testene så virkelighetsnær som mulig. I denne masterstudien ble intervensjonen testet ut i to skoleklasser ved en norsk ungdomsskole og jeg som forsker gjennomførte intervensjonen. Ideelt skulle da intervensjonen vært gjennomført ved flere klasser fra ulike skoler og i tillegg skulle undervisningsopplegget vært gjennomført av klassenes vanlige lærer. Det er en svakhet ved denne studien at dette ikke ble gjennomført, siden resultatene nå er muligens mindre generaliserbare og vil kunne være påvirket av faktorer knyttet til at elevene ble undervist av en ukjent lærer. Grunnen til at dette ikke ble gjennomført i denne studien er prosjektet manglet tid og resurser til å rekruttere og gi opplæring til nok lærere. Det er likevell flere funn fra denne studien som vil være nyttig for videre utvikling og forskning, til tross for studiens manglende ressurser.

9 Konklusjon

I denne studien har jeg prøv å besvare hva «teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» kan innebære for undervisning på ungdomsskolen, i konteksten av kompetansemålet fra naturfag i ungdomsskolen hvor elever skal «forstå [...] teknologiske systemer som består av en sender og mottaker» (Utdanningsdirektoratet, 2019). For å besvare problemstillingen har det blitt gjennomført en intervensjonsbasert studie hvor et undervisningsopplegg rettet mot dette kompetansemålet er blitt utviklet basert på uttalelser av fageksperter innen fagfeltene elektronikk, radioteknikk og telekommunikasjon. Disse fagekspertene ble intervjuet for å undersøke hva essensen av kunnskapsinnholdet av «teknologiske systemer med en sender og mottaker» og tre temaer ble identifisert. Disse er informasjonsoverføring, radiosystem og teknologiske system, hvor det av disse ble lagt mest vekt på radiosystemer som mest nyttig for elever i ungdomsskolen.

Temaet radiosystemer omfatter ulike teknologiske systemer som bruker radiobølger til å overføre informasjon. Disse kan være mindre systemer som kan kun kommuniserer over kortere avstand, eksempelvis trådløse hodetelefoner som benytter Bluetooth, eller større systemer slik som de som benyttes av mobiltelefoner. Disse systemene ble vektlagt av fagekspertene på grunn av deres viktige funksjon i dagens samfunn. For å forstå disse radiosystemene ble det trukket frem kunnskap om hvordan slike systemer overfører informasjon og hvilke begrensninger og muligheter slike system har.

Basert på dette ble det utviklet et undervisningsopplegg som inkorporerte både kunnskapsinnhold fra fagekspertene i tillegg til teori om utforskende undervisning og teknologisk kunnskap. For å inkorporere elementer av utforskende undervisning ble 5E modellen benyttet. For å la elevene utforske enkelte egenskaper ved radiosystemer ble Micro:Bit benyttet. Ved hjelp av disse mikrokontrollerene kunne elevene blant annet utforske egenskaper knyttet til rekkevidden av radiosystemer ved å bruke Micro:Bitene til å måle mottatt signalstyrke. Undervisningsopplegget ble utprøvd i to 8. klasser i naturfag og i løpet av utprøvingen ble data fra mine egne observasjoner, videoopptak av elevenes arbeid og intervjuer med elever samlet inn.

Resultatene fra dette datamaterialet viser undervisningsopplegget potensielt kan gi elevene kunnskap innen flere av kunnskapskategoriene for teknologi. Det virket spesielt lovende å utforske egenskaper til radiosystemers rekkevidde ved å gjøre målinger av mottatt signalstyrke. Dette gav elevene mulighet til å bygge ingeniørteori, etter Staudenmaiers kategorier for teknologisk kunnskap (Angell et al. 2019). Undervis-

ningsopplegget gav også muligheter for elevene å lære vitenskapelig grunnkunnskap og sosioteknologisk forståelse, men som vi så var det indikasjoner på flere utfordringer for elevenes læring. Spesielt var det indikasjoner på at begrepet signaler var uklart og elevene hadde vansker for å kunne forklare hva de var. Dette indikerer at begrepet kan være en utfordring for elever i ungdomsskolen. For å møte denne utfordringen vil det da kunne være nødvendig å inkludere undervisning om radiobølger og elektromagnetisk stråling. Dette kan dog oppleves som en konflikt mot læreplanen, da det i læreplanen for naturfag ikke er inkludert noen kompetansemål knyttet til elektromagnetisk stråling før i VG1 (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Fra resultatene av utprøvingen viser også et godt potensiale for å gi elevene erfaringsbasert læring, etter Deweys syn på læring. Ved å bruke mikrokontrollere i undervisningsopplegget kunne elevene gjøre målinger og oppdage egenskaper knyttet til radiosystemer som vanligvis ville vært skjult for dem. Dette gjaldt spesielt for elevenes utforskning av egenskapene til rekkevidden, hvor elevenes egen nysgjerrighet og engasjement drev dem til å gjøre flere erfaringer. Dette er noe elevene selv også uttalte at motiverte dem og hjalp dem til å lære bedre.

Referanser

- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189x11428813>
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2019). *Fysikkdidaktikk* (2. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Austin, J., Baker, H., Ball, T., Devine, J., Finney, J., De Halleux, P., Hodges, S., Moskal, M. & Stockdale, G. (2020). The BBC micro:bit. *Communications of the ACM*, 63(3), 62–69. <https://doi.org/10.1145/3368856>
- BBC. (2001). Exclusive Bill Gates interview. http://news.bbc.co.uk/cbbcnews/hi/club/your_reports/newsid_1697000/1697132.stm
- Bybee, R. W. et al. (2009). The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. *Colorado Springs, CO: BSCS*, 24.
- 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. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88–98.
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2016). *Samfunnets kritiske funksjoner - Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid?* https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/kiks-2_januar.pdf
- Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M. & van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194–214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.002>
- Duit, R., Komorek, M. & Wilbers, J. (1997). Studies on educational reconstruction of chaos theory. *Research in Science Education*, 27(3), 339–357.
- Duit, R., Schecker, H., Hoettecke, D. & Niedderer, H. (2007). Teaching Physics. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Fiskum, K. & Korsager, M. (2017). 5E-modellen i utforskende undervisning. Hentet 12.05.2022, fra <https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2049135>
- Fraser, M. W. & Galinsky, M. J. (2010). Steps in Intervention Research: Designing and Developing Social Programs. *Research on Social Work Practice*, 20(5), 459–466. <https://doi.org/10.1177/1049731509358424>
- Hallström, J. & Klasander, C. (2020). Making the invisible visible: Pedagogies related to teaching and learning about technological systems. *Pedagogy for Technology Education in Secondary Schools* (s. 65–82). Springer.
- Hanssen, A.-K. (2021). Er 5G farlig? *Faktisk.no*. Hentet 26.05.2022, fra <https://www.faktisk.no/artikler/jy8qm/er-5g-farlig>

-
- Johnsen, R. & Hofstad, K. (2021). dBm. Hentet 08.06.2022, fra <https://snl.no/dBm>
- Larsen, B. B. (2021). Mikrokontroller. Hentet 09.06.2022, fra <https://snl.no/mikrokontroller>
- Lind, J., Pelger, S. & Jakobsson, A. (2019). Students' ideas about technological systems interacting with human needs. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 263–282. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9449-0>
- Marchese, M., Moheddine, A. & Patrone, F. (2019). IoT and UAV Integration in 5G Hybrid Terrestrial-Satellite Networks. *Sensors*, 19(17). <https://doi.org/10.3390/s19173704>
- Meitiner, P. & Seneviratne, P. (2020). Investigating the micro:bit Radio. *Beginning Data Science, IoT, and AI on Single Board Computers* (s. 155–174). https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5766-1_8
- Mioduser, D., Venezky, R. L. & Gong, B. (1996). Students' perceptions and designs of simple control systems. *Computers in Human Behavior*, 12(3), 363–388.
- Niebert, K. & Gropengiesser, H. (2013). The model of educational reconstruction: A framework for the design of theory-based content specific interventions. The example of climate change. *Educational design research—Part B: Illustrative cases*, 511–531.
- Nordic Semiconductor. (2016). nRF51 Series Reference Manual, version 3.0.1. https://infocenter.nordicsemi.com/pdf/nRF51_RM_v3.0.1.pdf?cp=5_2_0
- Norsk senter for forskningsdata. (2020). Barnehage- og skoleforskning. Hentet 24.05.2022, fra <https://www.nsd.no/personverntjenester/oppslagsverk-for-personvern-i-forskning/barnehage-og-skoleforskning>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 692–720.
- Reinfried, S., Aeschbacher, U., Kienzler, P. M. & Tempelmann, S. (2015). The model of educational reconstruction - a powerful strategy to teach for conceptual development in physical geography: the case of water springs. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24(3), 237–257. <https://doi.org/10.1080/10382046.2015.1034459>
- Robson, C. & McCartan, K. (2016). *Real world research : a resource for social research methods in applied settings* (4. utg.). John Wiley & Sons Ltd.
- Ropohl, G. (1997). Knowledge types in technology. *Shaping concepts of technology* (s. 65–72). Springer.
- Rossing, N. K. (2020). Micro:bit - Radiokommunikasjon – Forslag til undervisningsopplegg. Hentet 07.03.2022, fra <https://www.ntnu.no/documents/>
-

-
- 2004699/12108297/KreTek+MicroBit.pdf/ec2c6e18-7f25-734d-eb80-8443af06186c?
t=1582900112915
- Salbu, B. & Reitan, J. B. (2022). Tsjernobył-ulykken. Hentet 07.06.2022, fra <https://snl.no/Tsjernobył-ulykken>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Sjøberg, S. (2004). *Naturfag som allmenndannelse. En kritisk fagdidaktikk* (2. utg.). Gyldendal akademisk.
- Stette, G. (2020). Satellittkommunikasjon. Hentet 18.05.2022, fra <https://snl.no/satellittkommunikasjon>
- Stette, G., Hansen, T. & Ulseth, T. (2021). Mobiltelefoni. Hentet 18.05.2022, fra <http://snl.no/mobiltelefoni>
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/Udir/PrintPageAsPdfService.ashx?pdfid=150459&lang=nob>
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/NAT01-04.pdf?lang=nob>
- Wong, D., Pugh, K., Mishra, P., Worthington, V., Girod, M., Packard, B. & Thomas, C. (2001). Learning science: A Deweyan perspective. *Journal of research in science teaching*, 38(3), 317–336.
- Wulff, A. (2019). *Beginning Radio Communications: Radio Projects and Theory*. Apress L. P.
- Xu, H. & Zhang, L. (2021). Urban Interactive Installation Art as Pseudo-Environment Based on the Frame of the Shannon–Weaver Model. *Lecture Notes in Computer Science* (s. 318–336). Lecture Notes in Computer Science. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77411-0_21
- Zhang, J. & Stojmenovic, I. (2005). Cellular networks. *University of Alabama, University of Ottawa, Canada*.

Vedlegg

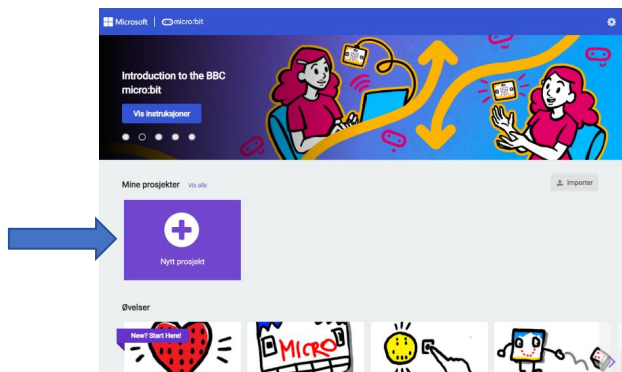
A Oppgaveark til elevaktivitet 1

Første møte med Microbit

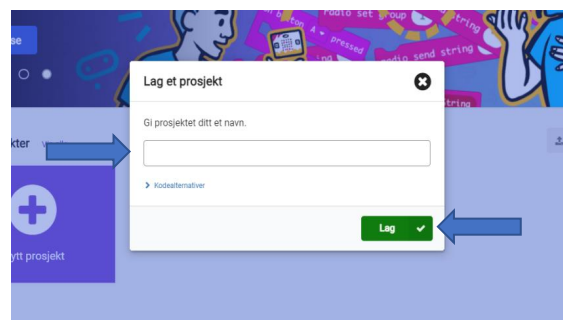
Lage et prosjekt

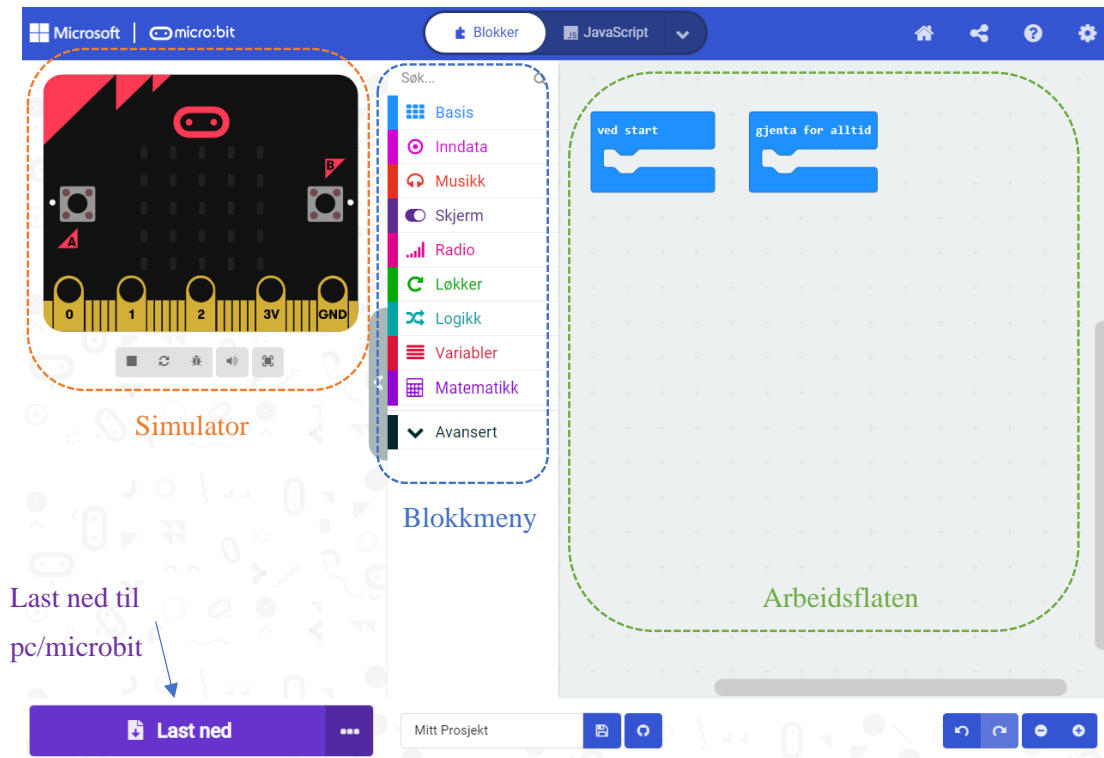
Før vi kan starte å lage programmet vårt må vi opprette et prosjekt.

1. Gå til nettstedet <https://makecode.microbit.org/>
2. Trykk på «Nytt prosjekt»



3. Gi prosjektet ditt et navn og trykk på «Lag».





Når du har opprettet et prosjekt vil du komme til et vindu som ser slik ut. Her kan du bruke blokkprogrammering for å lage programmer som du kan laste opp til din microbit.

I *blokkmenyen* finner du ulike kommandoer som du kan dra bort til *arbeidsflaten*. Hvis du vil fjerne kommandoer fra arbeidsflaten kan du dra og slippe de over blokkmenyen for å slette de.

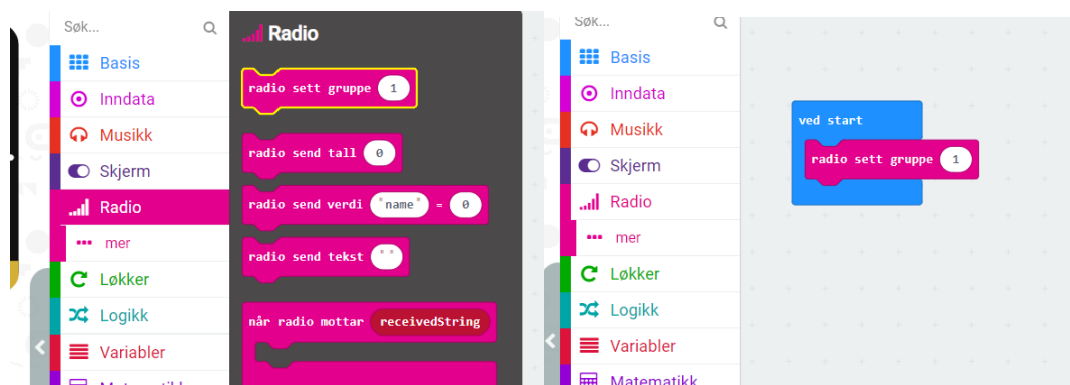
I *simulatoren* kan du teste ut programmet ditt før du laster det ned til microbit. Du kan trykke på **A** og **B** knappen og se om programmet ditt gjør det du vil.

Nederst til venstre ligger «*Last ned*» knappen som laster ned programmet ditt til enten datamaskinen din eller direkte til en microbit som er koblet til med USB-kabel.

Lage et program

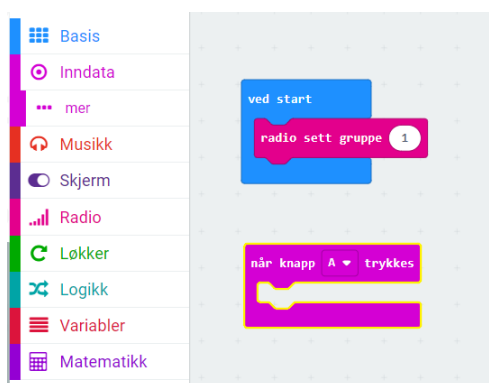
Nå skal du lage et program som kan sende tekstmeldinger og vise mottatte tekstmeldinger på skjermen.

1. I **Radio**-menyen velg «radio sett gruppe 1» og dra den inn i «ved start» blokka på arbeidsflata.

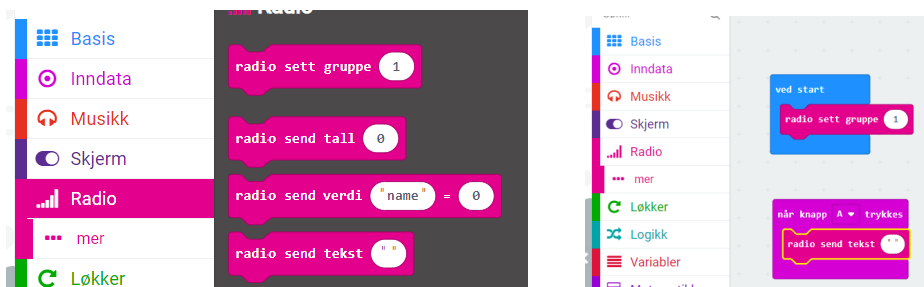


Dette gjør microbiten klar til å lytte etter signaler. Nå skal vi få den til å sende signaler når vi trykker på en knapp.

2. I **Inndata**-menyen, velg «når knapp A trykkes» og dra den til arbeidsflata.

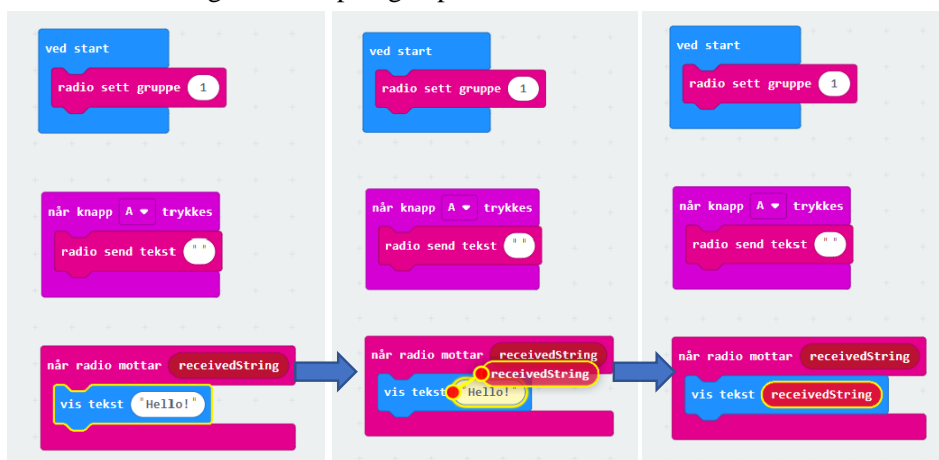


3. I **Radio**-menyen har du blokker for å sende *tall*, *verdi* og *tekst*. Velg «radio send tekst» og dra den inn til «når knapp A trykkes» blokken. Skriv inn en tekst du vil sende i blokka du nettopp satte inn



Nå vil microbiten sende tekstmeldingen din når du trykker på knappen. Nå mangler vi bare å gjøre det mulig for oss å se meldingene vi mottar på microbitens skjerm.

4. I **Radio**-menyen velg «når radio mottar receivedString» og dra den til arbeidsflata. Fra **Basis**-menyen velg blokken «vis tekst» og sett den inne i «når radio mottar receivedString»-blokken.
5. Dra «receivedString» ned til åpningen på «vis tekst» blokka, som vist under.



Nå er programmet vårt klart til å lastes ned til microbiten vår!

Laste ned program til microbiten

Koble din microbit til datamaskinen din med USB kabelen. Å laste ned programmet ditt til microbit kan kjøres på to ulike måter. Du kan enten laste den ned til disken på Chromebooken, eller overføre den direkte fra nettstedet.

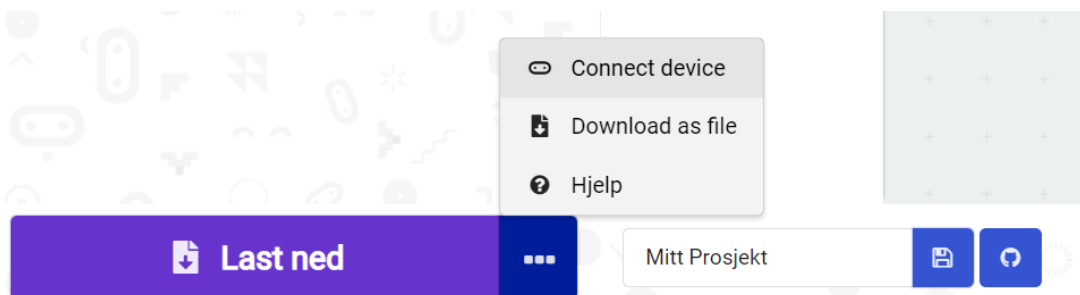
Laste ned via Disken

1. Koble til microbiten til Chromebooken med en USB-kabel.
2. Trykk på «Last ned» knappen, nederst til venstre i programmeringsvinduet ditt.
3. Programmet ditt vil lastes ned til Disken. Gå inn i Disken og finn fila du lastet ned.
4. Marker fila med programmet ditt og dra den bort til microbit. Den vil vises som en egen minnepinne til venstre i Disken.

Når filer overføres til microbiten vil en gul lampe på baksiden blinke. Programmet er ferdig å overføres når blinkingen slutter. Hvis du vil se en video som forklarer hvordan du laster ned programmet ditt kan du se det på <https://youtu.be/vhgiNH3de0Y> .

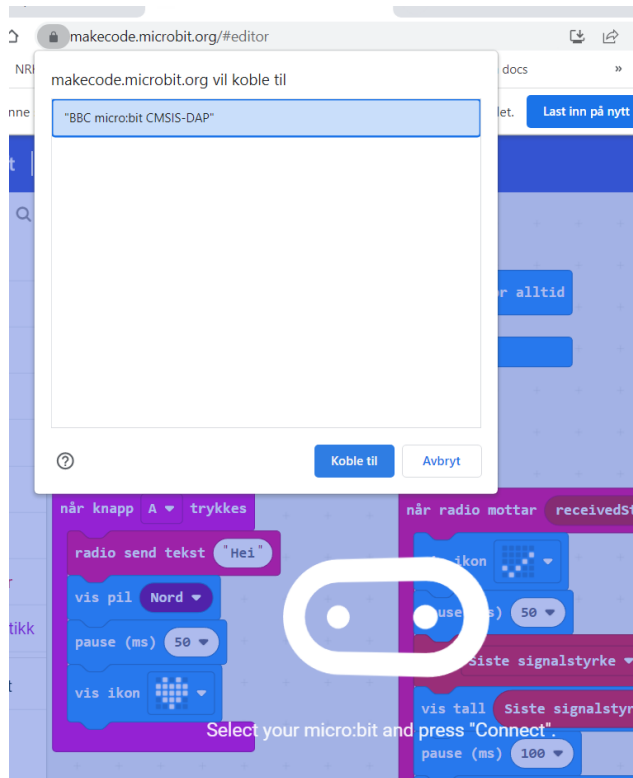
Direkte overføring

1. Trykk på de tre prikkene ved siden av «Last ned» knappen i programmeringsvinduet ditt og velg «Connect device».



2. Det vil poppe opp et veiledningsvindu. Vi skal følge stegene som blir forklart der.
3. Sørg for at microbiten er koblet til med USB-kabelen.

-
4. Når veilederen ber deg om det, trykk på «BBC micro:bit CMSIS-DAP» og trykk på «Koble til».



Nå vil programmet ditt bli direkte overført til din microbit når du trykker på «Last ned» knappen. Nettsiden husker på om du tidligere har koblet til den microbiten, slik at du trenger kun å gjøre denne sammenkoblingen en gang for hver microbit.

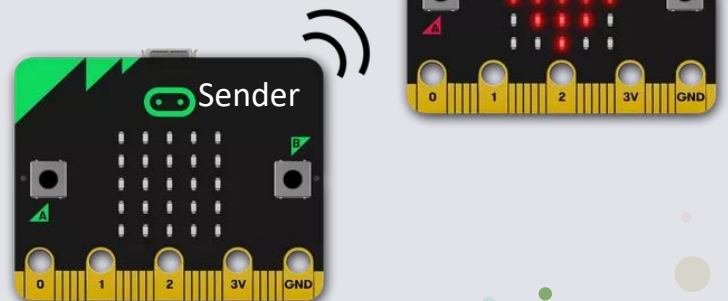
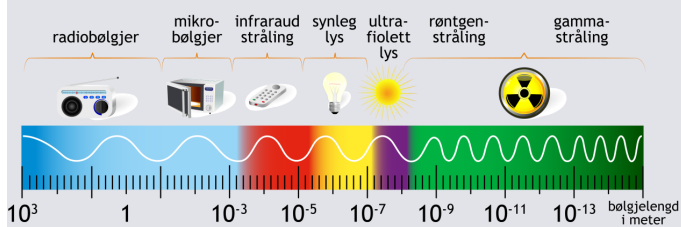
B Presentasjon til lærerstyrt gjennomgang

Diskuter sammen

- Hvordan sender microbit tekst mellom hverandre?
- Hvordan vet microbiter hvor den skal sende signalene sine?
- Er det noen likheter mellom microbiter og mobiltelefoner?
Hva er ulikhetene?

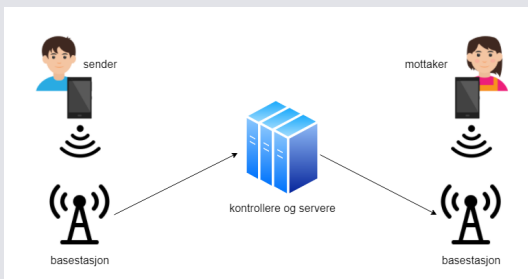
Sendere og mottakere

- Microbit **sender** og **mottar** signaler fra hverandre
- Signalene som de sender er **radiobølger**
- Radiobølger er en type **elektromagnetisk stråling**



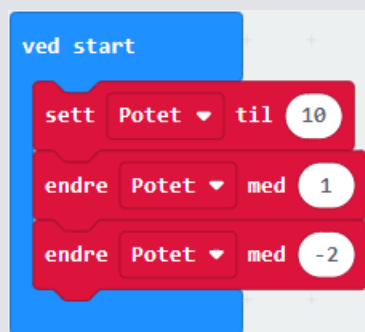
Mobiltelefoner

- Hva er forskjellen på hvordan microbit og mobiltelefoner kommuniserer med hverandre?
- Begge bruker radio! Men mobiltelefoner har lengre rekkevidde
- Mobiltelefonen sender til en **basestasjon** i nærheten
- Fra basestasjon til sentral via kabler og ut til en annen basestasjon nær mottakeren



Mer koding: Variabler og Hvis-blokker

- **Variabler** kan tenkes på som en ukjent i algebra.
 - Den har et navn og en verdi
- I MakeCode kan vi **sette verdi** eller **endre verdi**



Hvis-blokker

- **Hvis-blokker** tester om noe er sant
 - Hvis det er sant, gjør den det som står inne i blokka
 - Hvis det ikke er sant, hopper den over det
- Det vi sender inn til testen kaller vi for **input**, mens det som skjer i programmet kaller vi for **output**
- Hva skjer i dette programmet?



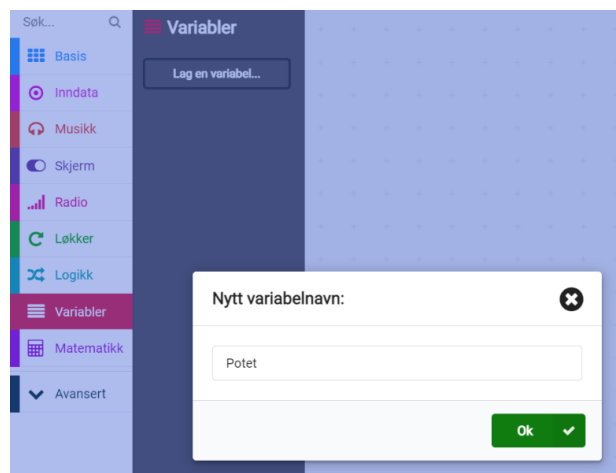
```
ved start
sett Potet til 10
hvis Potet = 1 så
  vis ikon
+
hvis Potet < 0 så
  vis ikon
+
hvis 0 > 5 så
  vis ikon
+
```

C Oppgaveark til elevaktivitet 2

Microbit – Varm Potet

Er du rask nok til å ikke bli sittende igjen med den varme poteten?! Rist microbiten for å sende poteten videre. Er du for treg vil poteten eksplodere og du har tapt! La oss lage spillet!

1. Lag et nytt prosjekt på <https://makecode.microbit.org/>
2. Vi skal bruke en variabel som vi kaller «Potet» til å styre spillet. Gå inn på **Variabler** **blokkmenyen**, trykk på «Lag en variabel» og gi variabelen vår navnet «Potet».



Når vi har laget variabelen vår får vi opp noen flere valg inne i menyen.



Denne blokka er variabelen vår. Skal du bruke verdien til variabelen bruker du denne.

«Sett til»-blokka vil gi variabelen vår en ny verdi.

«Endre med»-blokka vil endre variabelen. Variabelen blir da lagt på så mye som det står i bobla.

- I «ved start» blokka, sett verdien til «Potet» til -1.
Det er også lurt å velge en radiogruppe.



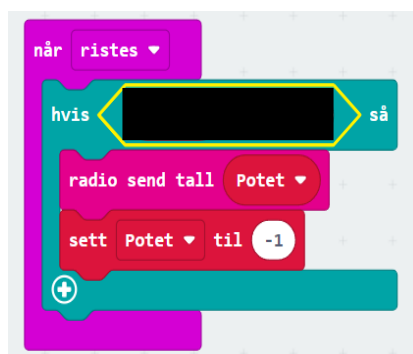
- Når spilleren trykker på A og B knappen samtidig skal vi starte spillet. Da skal vi sette «Potet» til et tilfeldig tall mellom 10 og 20. Du finner blokka for «når knapp A+B trykkes» i Inndata og «velg tilfeldig» i Matematikk.



Vår variabel «Potet» blir et tall som sier noe om hvor lenge spilleren har på å sende poteten fra seg. Når vi starter spillet blir dette tallet satt til et tilfeldig tall mellom 10 og 20, så vi vet ikke helt hvor lenge spillerne har på seg!

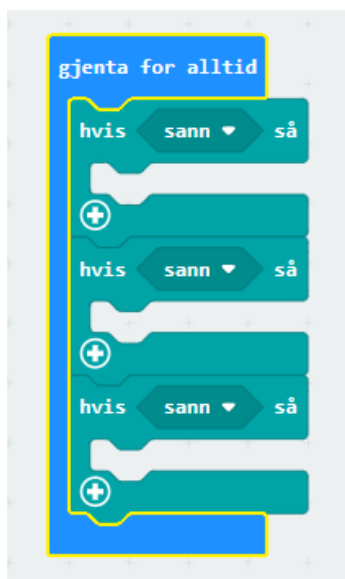
For å sende poteten videre så skal vi riste microbiten. I «Inndata» finner du ei blokk som heter «Når ristes». Inne i blokka så må vi sjekke om vi har poteten. Da bruker vi en «Hvis»-blokk som du finner i Logikk-menyen.

- Når spilleren rister microbiten skal vi sende fra oss «Poteten». Det gjør vi ved å sende verdien til «Potet» med radioen. Når vi har sendt fra oss poteten må vi sette verdien til «Potet» til -1 for å vise at vi ikke lenger har den. MEN dette skal programmet bare gjøre *hvis* «Potet» har verdi større enn 0. Bruk den rette sammenligningsblokka til å finne ut om «Potet» har verdi større enn 0.



6. For å finne ut om vi har mottatt en potet må vi bruke microbitens radio. Dra inn en «når radio mottar *receivedNumber*»-blokk fra radiomenyen. Sett inn en kode inn i denne blokken som setter verdien til «Potet» til «*receivedNumber*».

Nå begynner spillet å nærme seg ferdig, vi trenger bare koden som sjekker om du har poteten eller ikke, og om poteten har eksplodert. Dette gjør vi med å bruke tre «Hvis»-blokker inne u «Gjenta for alltid»-blokka.



Den første «hvis»-blokka skal sjekke om verdien til «Potet» er mindre enn null. Det at vi ikke har poteten. Legg inn koden «Tøm skjermen» fra Basis menyen.

Den andre «hvis»-blokka skal sjekke om verdien til «Potet» er større enn null. Da holder vi poteten! Legg inn en kode som viser spilleren noe på skjermen slik at han skjønner at han holder poteten. I tillegg skal vi **endre** verdien på «Potet» med -1, slik at vi teller ned tiden som er igjen å sende poteten på.-1

Den tredje «hvis»-blokka skal sjekke om verdien til «Potet» er null. Da er spillet over og vi må vise en melding til spilleren at han har tapt!

Tips!



I «Basis»-menyen finner du blokkene «vis skjerm», «vis ikon» og «vis tekst». Disse kan være nyttige for å gi spilleren tilbakemeldinger på om poteten har eksplodert eller ikke!

Med «vis skjerm» kan du lage ditt eget ikon som vil vises på skjermen. Det fins også mange ferdiglagde ikoner i «vis ikon».

Du kan også bruke «vis tekst» for å gi skrive beskjeder.

D Oppgaveark til elevaktivitet 3

Oppgaveark

- 1) **Diskuter: Hva er forskjellen mellom måten to microbit kommuniserer med hverandre og måten to mobiltelefoner kommuniserer med hverandre?**

Noter og lag figurer!

- 2) For å kommunisere med hverandre må microbitene kunne motta signaler fra hverandre.

Diskuter: Hva kan gjøre at en microbit ikke lengre kan motta signalene fra senderen?

- 3) **Test ut forslagene deres!**

Lag eksperimenter som tester ut om forslagene deres stemmer. Dere kan bruke signalstyrken til å se om dere får et svakere signal, eller ikke noe signal i det hele tatt.

Beskriv hvordan dere tester ut forslagene deres og skriv hva dere finner ut!

Forslag 1 (Hva tester dere?): _____

Eksperimentet (Tegn og forklar):

Konklusjon (Hva fant dere ut?):

Forslag 2 (Hva tester dere?): _____


Eksperimentet (Tegn og forklar):



Konklusjon (Hva fant dere ut?):

Forslag 3 (Hva tester dere?): _____

Eksperimentet (Tegn og forklar):





Konklusjon (Hva fant dere ut?):

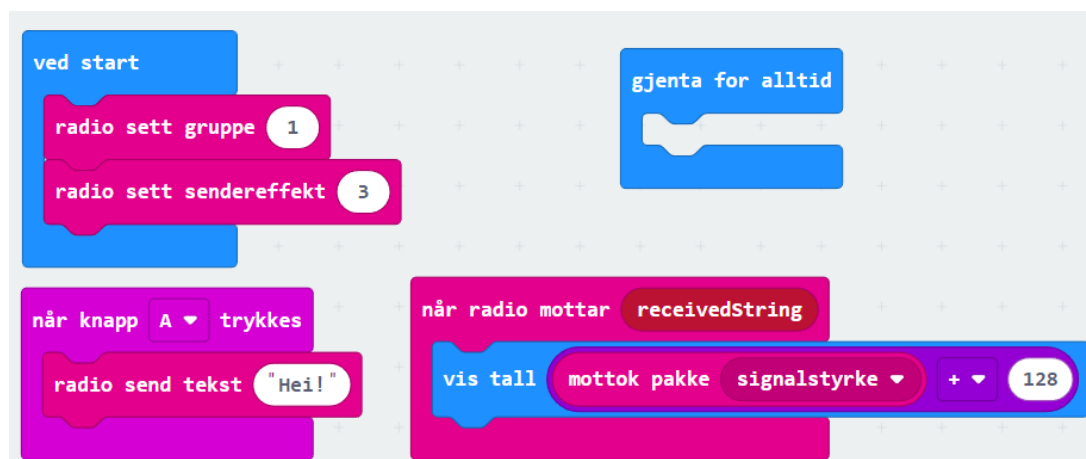
E Kode til elevaktivitet 3

Microbit – Måle signalstyrke

Signalstyrke sier noe om hvor mye energi som blir overført av radiosignalet. Signalstyrken kan påvirkes av mange ting og nå skal vi lage et program slik at vi kan utforske dets egenskaper!

1. Lag et nytt prosjekt på <https://makecode.microbit.org/>
2. I «ved start»-blokka velg en radiogruppe. I tillegg skal vi bruke blokka  Du finner blokka ved først å velge «Radio» i blokkmenyen også velge «mer». Denne blokka styrer hvor sterke radiosignaler vi sender ut, hvor 7 er sterkest og 0 er svakest. Start med å sette sendereffekten til 3. Da kan vi lettere se endringer i signalstyrken.
3. Legg inn en «når knapp A trykkes»-blokk. I den blokka legger du inn en «radio send tekst» blokk.
4. Legg inn en «når radio mottar *receivedString*» blokk. Inne i blokka legger du inn en «vis tall» blokk fra Basis-menyen.
5. Gå i «Radio»-menyen og finn «mottok pakke *signalstyrke*»-blokka.  Sett denne inn i «vis tall» blokka.

Signalstyrken blir målt på noe som heter en desibel-skale, noe vi også bruker til lyd. Skalaen går fra -128 for det svakest og opp til 128 for det sterkest. For å gjøre tallene lettere å lese så kan vi legge til 128. Da går skalaen fra 0 til 100. Det ferdige programmet kan du se under.



F Oppgaveark til elevaktivitet 4

Ideverksted

Diskuter sammen og prøv å kom på en ide til en oppfinnelse du kan lage med microbit! En oppfinnelse er noe som løser en utfordring for mennesker.

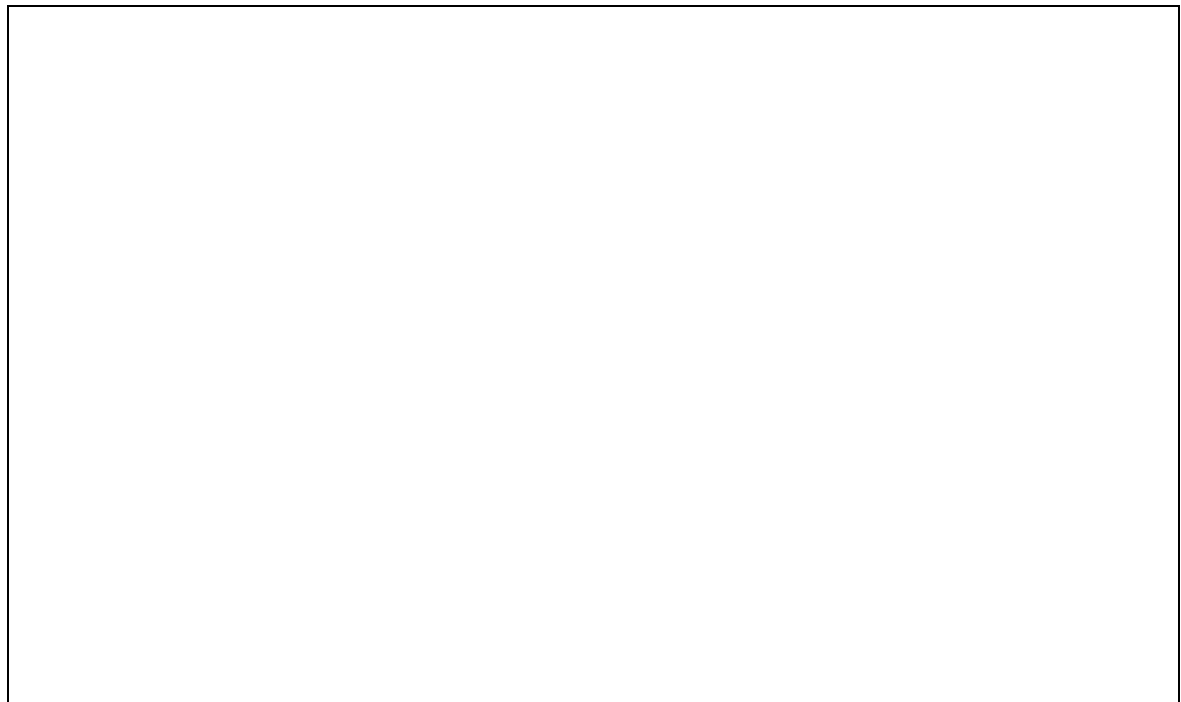
Krav: Oppfinnelsen må bruke microbitens radio og egenskaper ved signalstyrken.

Navn på oppfinnelsen: _____

Hva gjør oppfinnelsen deres og hvilket problem løser den ?

Tegn oppfinnelsen og marker de ulike delene på den

Hva gjør hver del og hvordan fungerer de sammen?



Hvordan bruker oppfinnelsen deres microbitens radio?

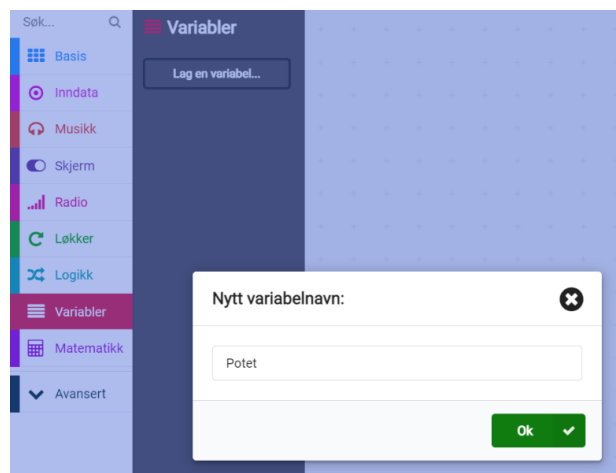
Vurder oppfinnelsen deres: Hvor/når vil oppfinnelsen fungere bra og når vil den ikke fungere så bra?

G Utbedret oppgaveark til elevaktivitet 2

Micro:Bit – Varm Potet

Er du rask nok til å ikke bli sittende igjen med den varme poteten?! Rist microbiten for å sende poteten videre. Er du for treg vil poteten eksplodere og du har tapt! La oss lage spillet!

1. Lag et nytt prosjekt på <https://makecode.microbit.org/>
2. Vi skal bruke en variabel som vi kaller «Potet» til å styre spillet. Gå inn på **Variabler** **blokkmenyen**, trykk på «Lag en variabel» og gi variabelen vår navnet «Potet».



Når vi har laget variabelen vår får vi opp noen flere valg inne i menyen.



Denne blokka er variabelen vår. Skal du bruke verdien til variabelen bruker du denne.

«Sett til»-blokka vil gi variabelen vår en ny verdi.

«Endre med»-blokka vil endre variabelen. Variabelen blir da lagt på så mye som det står i bobla.

- I «ved start» blokka, sett verdien til «Potet» til -1.
Det er også lurt å velge en radiogruppe.



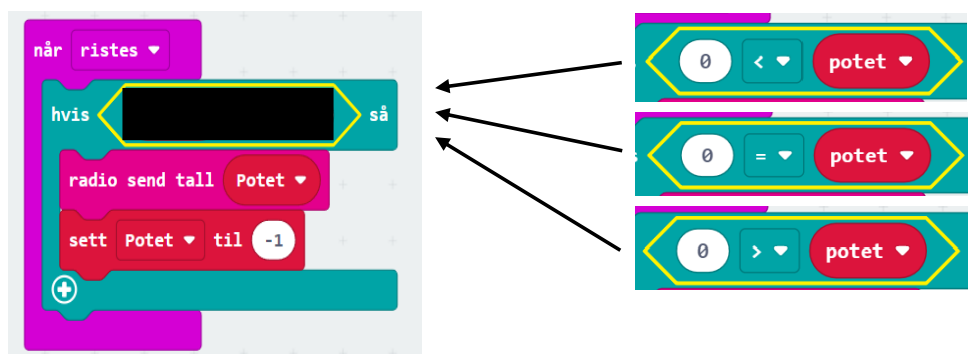
- Når spilleren trykker på A og B knappen samtidig skal vi starte spillet. Da skal vi sette «Potet» til et tilfeldig tall mellom 10 og 20. Du finner blokka for «når knapp A+B trykkes» i Inndata og «velg tilfeldig» i Matematikk.



Vår variabel «Potet» blir et tall som sier noe om hvor lenge spilleren har på å sende poteten fra seg. Når vi starter spillet blir dette tallet satt til et tilfeldig tall mellom 10 og 20, så vi vet ikke helt hvor lenge spillerne har på seg!

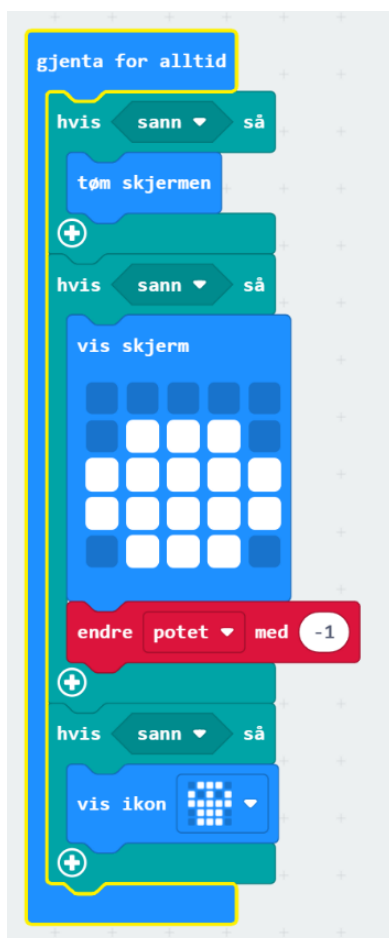
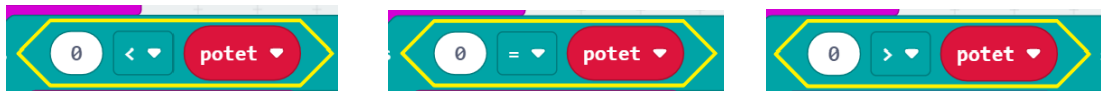
For å sende poteten videre så skal vi riste microbiten. I «Inndata» finner du ei blokk som heter «Når ristes». Inne i blokka så må vi sjekke om vi har poteten. Da bruker vi en «Hvis»-blokk som du finner i Logikk-menyen.

- Når spilleren rister microbiten skal vi sende fra oss «Poteten». Det gjør vi ved å sende verdien til «Potet» med radioen. Når vi har sendt fra oss poteten må vi sette verdien til «Potet» til -1 for å vise at vi ikke lenger har den. MEN dette skal programmet bare gjøre *hvis* «Potet» har verdi større enn 0. **Velg den rette sammenligningsblokka til å finne ut om «Potet» har større verdi enn 0.**



6. For å finne ut om vi har mottatt en potet må vi bruke microbitens radio. **Dra inn en «når radio mottar *receivedNumber*»-blokk fra radiomenyen. Sett inn en kode inn i denne blokken som setter verdien til «Potet» til «receivedNumber».**

Nå begynner spillet å nærme seg ferdig, vi trenger bare koden som sjekker om du har poteten eller ikke, og om poteten har eksplodert. Dette gjør vi med å bruke tre «Hvis»-blokker inne i «Gjenta for alltid»-blokka. **Velg den rette sammenligningsblokka til hver av de tre «Hvis»-blokkene!**



Den første «hvis»-blokka skal sjekke om verdien til «Potet» er **mindre enn null**. Det at vi ikke har poteten. Legg inn koden «Tøm skjermen» fra Basis menyen.

Den andre «hvis»-blokka skal sjekke om verdien til «Potet» er **større enn null**. Da holder vi poteten! Legg inn en kode som viser spilleren noe på skjermen slik at han skjønner at han holder poteten. I tillegg skal vi **endre** verdien på «Potet» med -1, slik at vi teller ned tiden som er igjen å sende poteten på.

Den tredje «hvis»-blokka skal sjekke om verdien til «Potet» er **null**. Da er spillet over og vi må vise en melding til spilleren at han har tapt!

H Observasjoner: Elevoppfinnelser i klasse 1.

Etter å ha gjennomført elevaktivitet 4, ideverksted, i klasse 1 skrev jeg et notat hvor jeg prøvde å beskrive de ulike produktene slik de ble muntlig presentert av elevene. Merk: Elevenes presentasjon ble gjennomført som en samtale mellom elevene og læreren (meg selv). I disse samtalene stilte jeg oppfølgingsspørsmål for å utdype elevenes forklaring av oppfinnelsen. Dette kan ha påvirket elevenes ide fra hva de originalt hadde tenkt. I notatet som følger vil elevenes oppfinnelse bli presentert hver for seg under elevenes navn for oppfinnelsen.

MicroDate

En oppfinnelse som kan hjelpe deg å finne en date som har samme interesser. Oppfinnelsen virker ved at du skriver inn personlig informasjon som interesser inn i et program. Programmet sender inn informasjonen til en liten boks som du kan ha på deg. MicroDate sender ut signaler fra boksen og lytter etter signaler fra andre MicroDate-bokser. Din MicroDate avgjør da om noen personer i nærheten er en god match for deg. Hvis den finner en match vil den gi deg et lydsignal og basert på signalstyrken vil den også indikere hvor personen er. Dette produktet kan brukes for folk som ønsker å finne seg date inne på et utested med mange folk og kan gi en mer personlig og spontan opplevelse enn vanlige datingsider. Et mulig problem elevene trakk frem kan være personvern.

MicroTemp

En oppfinnelse som kan trådløst gi deg informasjon om temperaturen i vannet du skal bade i. Oppfinnelsen virker ved at en Micro:Bit ligger i vannet og bruker sin temperatursensor til å måle temperaturen i badevannet. Denne informasjonen sendes til en annen Micro:Bit som kan vise det til brukeren. Dermed kan brukeren se badetemperaturen på en mer lettvinnt måte enn ved å bruke vanlige badetermometer som må leses av ved å se direkte på termometeret. Ett problem kan være at temperaturmåleren kan gå tom for strøm. Dette kan løses ved å utstyre temperaturmåleren med et solcellepanel, slik at måleren ikke trenger å hentes inn for å bytte batterier eller å være koblet til en strømlledning fra land. Det ble ikke nevnt om denne oppfinnelsen bruker noen egenskaper ved signalstyrken.

Banan

En oppfinnelse som kan hjelpe deg å finne ting du mister. Oppfinnelsen virker ved at en sender er koblet til en gjenstand. Hvis du vil finne den bruker du den andre Micro:Biten. Ved å måle signalstyrken kan den avgjøre om du nærmer deg tingen din eller ikke. Den gir tilbakemelding til brukeren ved å spille musikk: nærmere gir høyere musikk. Siden senderen og mottakeren må sende radiosignaler mellom hverandre er oppfinnelsen begrenset av rekkevidden til Micro:Bitens radioantenne. En kraftigere antenne vil kunne gjøre at man kan finne ting over lengre avstander.

AlarmBag

En treningsbag som kan gi en alarm hvis noen uønskede prøver å ta baggen. Dette kan være spesielt nyttig for treningsbagger ved steder hvor de ikke har låste skap. Oppfinnelsen fungerer ved at baggen er utstyrt med en Micro:Bit som kan oppdage om baggen blir rørt på ved hjelp av akselerometeret. Brukeren har en annen Micro:Bit som kan aktivere og deaktivere alarmen. Oppfinnelsen bruker radio til å sende aktivering/deaktivering signal, men fra elevenes beskrivelse virker det som den ikke bruker signalstyrken.

Hoppekanin

En oppfinnelse som gir en alarm hvis noen prøver å gå inn på soverommet ditt. Alarmen består av en kanin som står inne på rommet ditt og som vil begynne å hoppe når døren åpnes. Oppfinnelsen kan være nyttig for de som ønsker å ikke bli forstyrret på rommet sitt, av for eksempel brødre eller foreldre, uten å få et forvarsel. Oppfinnelsen består av en sensor på døren styrt av en sender-Micro:Bit. Denne senderen har både touch-sensor på dørhåndtaket og et akselerometer for å oppdage bevegelser. Når noen starter å røre dørhåndtaket og døren begynner å åpnes vil sender-Micro:Biten sende et signal til en mottaker-Micro:Biten. Denne mottakeren styrer alarmkaninen og sender signal om at denne skal hoppe. Det virket ikke som oppfinnelsen brukte signalstyrken.

MicroHjelp

En oppfinnelse som kan hjelpe skikjørere fra å bli reddet fra snøskred. Hvis brukeren blir tatt av et snøskred vil den sende signaler til en mottaker som redningsmannskaper har. Denne mottakeren vil få informasjon om hvor senderen er slik at de kan

finne brukeren i snøskredet. På brukeren sin enhet vil det også bli aktivert lys- og lydsignaler som er ment å gjøre det lettere for redningsmannskapene å finne han. Sender-enheten vil starte å sende nødsignalet hvis den oppdager at brukeren er dekt av for mye snø. Elevene spesifiserte ikke hvordan redningsmannskapene ville få vite hvor brukeren er. Dette kunne vært gjort ved å basere det på mottatt signalstyrke, men elevene nevnte ikke det så vidt jeg husker.

Sporer

En oppfinnelse som kan varsle redningsmannskaper hvis du har gått deg bort. Bruker har en enhet som sender et nødsignal til redningsmannskaper. Basert på signalstyrken på signalet fra brukeren enhet vil redningsmannskapene få tilbakemelding om deres avstand til den savnede. Vil være begrenset av brukerenhetens rekkevidde, en sterkere sender vil bedre oppfinnelsen.

MicMusikk

En oppfinnelse som gjør at du kan hjelpe en venn til å bli i bedre humør. Oppfinnelsen består av to enheter. Hvis du tror at din venn er trist kan du bruke din enhet til å sende et signal til den andre enheten, som din triste venn har. Da vil denne enheten starte å spille en sang, valgt av vennen som sendte signalet. Dette gjør at du kan “sende” en glad sang til din triste venn, noe som vil kunne muntre han opp! Oppfinnelsen er begrenset av hvor langt enhetene kan sende signaler, slik at den ikke vil fungere over lengre avstander.

I Intervjuguide til intervju av elever

Intervjuguide

Brifing (før lydopptaker startes)

- Opplys om at det er deres tanker og beskrivelser som jeg er interessert i.
 - Det er ikke noe rett eller galt svar.
 - Det du sier her vil ikke påvirke skoleresultater på noen måte.
- Alt du sier kan trekkes tilbake underveis eller i ettertid.
- Lydopptaker vil bli brukt, men lydopptaket vil bli passet godt på og ikke komme på avveie. Alt du sier vil bli anonymisert så ingen kan finne ut at det var du som sa det.
- Har du noen spørsmål før vi starter?

Tema: Elevens opplevelse av undervisningen

- Hvordan følte du naturfagundervisningen har vært de siste to ukene? (Mens vi har lært om sendere og mottakere)
- Var det noe som du synes var vanskelig å lære om?
- Var det noe du synes var lett å lære deg?
- Hva synes du om gruppeoppgaven hvor dere skulle teste rekkevidden til microbitene?

Tema: Elevens faglige forståelse

- Kan du beskrive hvordan microbitene «snakker» sammen med sender og mottakere?
- Hva fant dere ut om rekkevidden til microbitene i gruppeoppgaven?
 - (Hva slags produkt fant gruppen din på? Hadde du kunnet tenkt deg å prøve å lage produktet ditt?)
- Hva tror du er forskjellene mellom senderen og mottakeren til en microbit og en smarttelefon?
- Undervisninga jeg hadde med dere var ment å hjelpe dere få mer forståelse om teknologiske systemer med sender og mottaker, som microbit eller mobiltelefoner. Føler du at du kan mer om det nå?

Sluttkommentarer

- Er det noe du vil legge til eller kommentere til slutt?
- Har du noen spørsmål?

Debrifing (etter lydopptak er avsluttet)

- Hvordan syns du det gikk?
- Påpek igjen at eleven vil bli anonymisert og har full rettighet til å trekke seg.

J Informasjon og samtykkeskjema til foresatte

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 en del av prosjektet vil en student ved lektorstudiet ved NTNU, Kristoffer Bjørkhaug, gjøre en studie for å utvikle nye undervisningsressurser. Studien gjøres i forbindelse med en masteroppgave. Studien vil involvere at masterstudenten vil gjennomføre et undervisningsopplegg i klassen. Underveis i undervisningen vil det ved enkelte tidspunkt bli gjort video-opptak i klasserommet, elevarbeid vil bli analysert og i etterkant av undervisningen vil enkelte elever bli spurt om å delta på et mindre intervju.

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 bli gjennomført i løpet av uke 9 og 10 (28.02-11.03). Innsamlet datamateriale vil bli lagret inntil masteroppgaven er blitt levert/godkjent. Dette er planlagt å skje i juni i 2022.

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.

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.

Kristoffer Bjørkhaug
Masterstudent ved NTNU

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

kribjork@stud.ntnu.no

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 prosjektleder og masterstudenten vil ha tilgang til materialet.

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 inntil masteroppgaven er ferdig/godkjent, som etter planen vil være i juni 2021. 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 informasjonsmaterieell 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 (intervjuet vil innebære at eleven forteller om hvordan de har opplevd undervisningen og hva de synes de har lært)
- At elevarbeid eleven gjør i løpet av undervisningen blir analysert. Dette er del av forskningen for å forbedre undervisnings-oppleggene og vil ikke kunne påvirke skolerresultater.

Dato og underskrift

