

Jon Emil Nystrøm

Programmering av Bit:Bot i kombinasjon med undervisning av energi

Utvikling av en undervisningsressurs

Masteroppgave i Naturfag. Grunnskolelærerutdanning 5.-10.trinn
Veileder: Bernt Rønning

Juni 2024

Jon Emil Nystrøm

Programmering av Bit:Bot i kombinasjon med undervisning av energi

Utvikling av en undervisningsressurs

Masteroppgave i Naturfag. Grunnskolelærerutdanning 5.-10.trinn
Veileder: Bernt Rønning
Juni 2024

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



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne studien presenterer utvikling og utprøving av en undervisningsressurs der arbeid med programmering av Bit:Bot kombineres med en modell for energi, der energi kan lagres og overføres på ulike måter. Bakgrunnen for denne studien har tatt utgangspunkt i kjerneelementene *energi og materie* og *teknologi*, og der det står at «*arbeid med kjerneelementet teknologi skal kombineres med arbeid av andre kjerneelementer*» (Kunnskapsdepartementet, 2019). Målet med studien er å utvikle en undervisningsressurs som kan være til hjelp for naturfagslærere med å bruke teknologi sammen med undervisning av temaet energi. Jeg ønsker at denne studien kan være et bidrag til å bedre praksis knyttet til undervisning av energi og bruk av teknologi, slik som programmering av Bit:Bot, som læringsverktøy sammen med andre naturfaglige tema.

Den metodiske tilnærmingen for denne studien er inspirert av pedagogisk designforskning (Bjørndal, 2013). For utviklingen av undervisningsressursen har det blitt gjennomført en utviklingsfase på bakgrunn av litteratur, en utprøving med en klasse på mellomtrinnet og en evaluering av ressursen der endringer ble identifisert og gjort. Under utprøvingen oppsto det uforutsette hendelser som førte til at den faglige gjennomgangen av modellen for energi, utgikk på grunn av tidsmangel. Erfaringsgrunnlaget for videreutviklingen av undervisningsressursen består av observasjon fra utprøving og samtale med lærer. Undervisningsressursen som har blitt utviklet består av et oppgavehefte, en faglig gjennomgang i form av en lysbildepresentasjon, en beskrivelse av et praktisk eksperiment og en lærerveiledning.

Undervisningsressursen har blitt utviklet på bakgrunn av anbefalinger fra forskning knyttet til undervisning av energi og bruk av robotikk i undervisning. Basert på et begrenset erfaringsgrunnlag, indikerer denne studien til at elevene kan programmere og bruke Bit:Boten til gjøre seg observasjoner av et naturlig fenomen, der kjørelengden minker når stigningen øker. Vedrørende et av målene for studien var tanken at elevene skulle knytte modellen for energi til observasjonene under utprøvingen, men som ikke lot seg gjennomføre grunnet tidsmangel og uforutsette hendelser underveis.

Abstract

This study presents the development and testing of a teaching resource where work on programming Bit:Bot is combined with a model for energy, where energy can be stored and transferred in various ways. The background for this study is based on the core elements *energy and matter* and *technology*, and where it is stated that "*work with the core element technology must be combined with work on other core elements*" (Kunnskapsdepartementet, 2019). The aim of the study is to develop a teaching resource that can be of help to science teachers in using technology together with teaching the topic of energy. I want this study to be a contribution to improving practice related to the teaching of energy, and using technology, like programming of Bit:Bot, as a learning tool together with other science topics.

The methodological approach for this study is inspired by educational design research (Bjørndal, 2013). For the development of the teaching resource, a development phase has been carried out based on literature, a testing with a class in the secondary school and an evaluation of the resource where changes were identified and made. During the trial, unforeseen events occurred which led to the academical presentation of the model for energy, being canceled due to lack of time. The data acquisition for further development of the teaching resource, consists of observation from the testing and conversation with the teacher. The teaching resource that has been developed consists of an exercise booklet, an academic review in the form of a slide presentation, a description of a practical experiment and a teacher's guide.

The teaching resource has been developed based on recommendations from research relating to the teaching of energy and the use of robotics in teaching. Based on a limited data acquisition, this study indicates that students can program and use the Bit:Bot to make observations of a natural phenomenon, where the driving distance decreases as the gradient increases. Regarding one of the goals of the study, the idea was that the students should link the model for energy to the observations during the testing, but this could not be carried out due to lack of time and unforeseen events along the way.

Forord

Da går fem år på lærerstudiet mot slutten. Dette har vært fem innholdsrike år, der jeg sitter igjen med gode erfaringer og kunnskaper, og ikke minst gode vennskap. Det siste semesteret med masteroppgave har vært en frustrerende og slitsom prosess, men samtidig lærerik. Etter fem år på skolebenken, kjenner jeg meg virkelig klar for å tre inn i læreryrket. Takk for fine år!

Først og fremst ønsker jeg å takke min veileder Bernt Rønning, for god veiledning gjennom denne oppgaven. Jeg setter stor pris på din gode oppfølging, og ikke minst tålmodighet. I tillegg ønsker jeg å rette en takk til Torunn Smevik for gode tips og råd i forbindelse med programmeringen gjennom denne studien.

Videre ønsker jeg å takke deltakerne i studien. Dere har vært til stor hjelp for testing og utvikling av min undervisningsressurs.

Takk også til dere alle på lesesal som har fylt mastertiden med gode minner, mye latter og ikke minst bøter. Ønsker også å takke dere hjemme for gode diksusjoner og støtte.

Til slutt vil jeg takke min samboer Hedda og datter Alise. Jeg setter enormt stor pris på den hjelpen og støtten jeg har fått fra deg Hedda. Du er uvurderlig. Familielivet har vært svært viktig for å koble av fra arbeidet med masteroppgaven. Jeg ser frem til å nyte den siste tiden i Trondheim sammen med dere, før vi flytter hjem nordover.

Innhold

Figurer	xii
Tabeller	xii
1 Innledning	13
1.1 Bakgrunn for studien.....	13
1.2 Avgrensninger og andre betydningsfulle valg.....	14
1.3 Valg av «hardware og software»	14
1.4 Målet med studien	15
1.5 Hvordan skiller dette undervisningsopplegget seg fra det som allerede er utviklet?	15
1.6 Oppgavens struktur	15
2 Teori og tidligere forskning	17
2.1 Utfordringer med å undervise energi.....	17
2.2 Modellering av energibegrepet.....	17
2.3 Bruk av robotikk i undervisningen	19
2.4 Praktisk arbeid.....	19
2.5 Andre pedagogiske metoder og verktøy.....	20
2.5.1 Et sosiokulturelt læringsperspektiv	20
2.5.1.1 Den nærmeste utviklingssonen og støttestrukturer	21
2.5.2 Teoretisk perspektiv på kognitiv belastning.....	21
2.5.3 Andre pedagogiske og didaktiske metoder	22
2.5.4 Parprogrammering	22
2.5.5 PRIMM.....	23
3 Metode.....	24
3.1 Vitenskapsteoretisk ståsted.....	24
3.2 Pedagogisk designforskning.....	24
3.2.1 Første fase: <i>Forberedelse av designeksperiment</i>	25
3.2.2 Andre fase: <i>Eksperimentering i klasserommet</i>	25
3.2.3 Tredje fase: Retrospektive analyser.....	26
3.3 Forskningssted og forskningsdeltakere	27
3.4 Kvaliteten i studien.....	27
3.5 Forskningsetikk.....	29
3.6 Valg av analysemetode.....	29
4 Presentasjon av ressurs	31
4.1 Målet med undervisningsressursen	31
4.2 Del 1 – oppgavehefte	32

4.3	Del 2 – Lysbildepresentasjon (faglig gjennomgang)	32
4.4	Del 3 – Det praktiske eksperimentet	33
4.5	Lærerveiledning	33
5	Resultat og diskusjon	34
5.1	Utviklingsprosess av undervisningsressurs	34
5.1.1	Introduksjon til temaet energi	34
5.1.2	Hvordan bruke Bit:Boten i kombinasjon med energi	34
5.1.3	Undervisningstilnærming for energi	36
5.1.4	Utvikling av de ulike delene ved undervisningsressursen	37
5.1.4.1	Utvikling av del 1 - oppgavehefte.....	37
5.1.4.2	Utvikling av del 2 – faglig gjennomgang.....	39
5.1.4.3	Utvikling av del 3 – det praktiske eksperimentet.....	42
5.1.4.4	Utvikling av lærerveiledning.....	42
5.2	Utprøving av undervisningsressurs	43
5.3	Evaluering av ressursen.....	44
5.3.1	Omfang undervisningsressurs.....	44
5.3.2	Opgavehefte.....	44
5.3.3	Faglig gjennomgang	47
5.3.4	Kombinere programmering og energi	47
5.3.5	Praktisk eksperiment	48
5.3.6	Forberedelse	49
5.4	Endringer basert på data og litteratur	50
5.4.1	Del 1 – Oppgavehefte	50
5.4.2	Del 2 – Den faglige gjennomgangen	51
5.4.3	Del 3 – Det praktiske eksperimentet.....	52
5.4.4	Lærerveiledning	52
5.5	Har jeg nådd målet for studien?	54
5.5.1	Har jeg nådd delmål 1?	54
5.5.2	Har jeg nådd delmål 2?	55
6	Studiens begrensninger	57
6.1	Min rolle som utvikler og forsker	57
6.2	Refleksjon rundt utvalg og kontekst for utprøving	57
6.3	Tid som en begrenset faktor for utviklingsprosessen	58
7	Oppsummering.....	59
	Referanser	60
	Vedlegg.....	63

Figurer

Figur 3.1: Oversiktsmodell som illustrerer utviklingsprosessen av undervisningsressursen fra start til slutt.	27
Figur 5.1: Et eksempel på programmet som ble brukt under eksperimenteringen, som består blant annet av en kjøre-kloss og juster-kloss.	35
Figur 5.2: Skjerm bilde av de tre kriteriene fra den første utgaven av oppgaveheftet som elevene fikk jobbe med.	37
Figur 5.3: Skjerm bilde fra oppgavehefte for å illustrere "Rollebytte" i rød uthevet skrift.	39
Figur 5.4: Illustrasjon av animasjonen i den faglige gjennomgangen for å se at energien fra batteriene overføres til Bit:Botens motorer og der det skjer en temperaturøkning. ..	41
Figur 5.5: Bilde til venstre er av den første utgaven og bilde til høyre er den reviderte utgaven. Her har det blitt ryddet i den visuelle fremstillingen og redusert mengden tekst.	50
Figur 5.6: Skjerm bilde av lysbilde fra presentasjon laget for den faglige gjennomgangen. Her ble tre vitenskapelige ideer knyttet til energibegrepet presentert.	52

Tabeller

Tabell 2.1: Oversikt over tre energilagre, med beskrivelse og eksempler. Utviklet med inspirasjon fra BEST (2019), Millar (2005) og Millar (2014).	18
Tabell 2.2: Analytisk rammeverk for å vurdere effektiviteten av en praktisk aktivitet. Hentet og oversatt fra artikkelen til Abrahams og Millar (2008).	20
Tabell 3.1: Et utsnitt fra tabell i excel som illustrerer analyseprosessen gjort for denne studien.	30

1 Innledning

Nysgjerrigheten min for programmering i skolen har de siste årene økt betraktelig da jeg blant annet gjennom studiene har sett hvilke muligheter som finnes ved bruk av programmering, og at jeg under praksis har erfart at elever synes programmering er motiverende og spennende. I tillegg var jeg nysgjerrig på muligheten ved å skrive en utviklingsrettet masteroppgave, da jeg følte dette var en praksisrelevant og mer nytteorientert oppgave for meg som kommende lærer. Videre hadde jeg et ønske om å utvikle min egen forståelse for energibegrepet og undersøke hvilke undervisningstilnærminger som finnes. Dette fordi energi er et sentralt tema innenfor naturfaget og samtidig et samfunnsaktuelt tema.

I forkant av masterstudien hadde jeg derfor bestemt meg for temaene energi og programmering. Under et veiledningsseminar tidlig i mastersemesteret, presenterte en veileder med kompetanse innenfor programmering og utdanning innen fysikk, en ide om å bruke Bit:Boten som et læringsverktøy sammen med temaet energi. Forslaget ble presentert som et område med behov for forskning og dermed en indikasjon på et «kunnskapshull» som kunne fylles. På bakgrunn av temaene jeg hadde valgt syntes jeg dette var en spennende ide som både vekket min nysgjerrighet og opplevdes som motiverende.

1.1 Bakgrunn for studien

Det har snart gått fire år siden innføringen av den nye læreplanen LK20. Inkluderingen av programmering i læreplanen og tillegget av kjerneelementene var noen av endringene siden forrige læreplan (Kunnskapsdepartementet, 2019). På utdanningsdirektoratets sider står det at det viktigste innholdet elevene skal arbeide med i opplæringen finner man i kjerneelementene for fagene (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Under kjerneelementet *energi og materie* heter det at «*elevene skal forstå hvordan vi bruker sentrale teorier, lover og modeller for, og begreper om, energi, stoffer og partikler for å forklare vår fysiske verden*» (Kunnskapsdepartementet, 2019). Med andre ord står energibegrepet sentralt i læreplanen for naturfaget. Å undervise om energi er imidlertid sett på som en utfordring for lærere da det ikke er tilstrekkelig enighet innen utdanningsmiljøet om hvordan dette skal undervises og hva som er målene med å undervise om energi (Eisenkraft et al., 2014; Millar, 2014). Noe av årsaken bak utfordringen med undervisning rundt temaet energi er at energi er en abstrakt vitenskapelig ide og at det mangler en klar og tydelig definisjon på hva energi er (Eisenkraft et al., 2014; Millar, 2014). En annen utfordring er at begrepet energi har blitt en del av hverdagsspråket vårt, der elever kan utvikle en forståelse for begrepet som ikke stemmer overens med det vitenskapelige synet på energi (Eisenkraft et al., 2014; Millar, 2014).

Videre står det i læreplanen at elevene skal kunne forstå og bruke modeller for energibegrepet, for å forklare vår fysiske verden (Kunnskapsdepartementet, 2019). Å benytte seg av modeller sammen med konkrete representasjoner er en anbefalt undervisningstilnærming for å veilede elevene mot en forståelse for de grunnleggende ideene ved energibegrepet (Lawrence, 2007). Denne typen undervisningstilnærming kan

dermed ses i lys av kjerneelementet *teknologi* for naturfaget. Her står det at «*elevene skal forstå, skape og bruke teknologi, inkludert programmering og modellering, i arbeid med naturfag*» (Kunnskapsdepartementet, 2019). Videre kommer det frem at arbeid med kjerneelementet *teknologi* skal kombineres med arbeid av andre kjerneelementer (Kunnskapsdepartementet, 2019). Fra praksis har jeg erfart bruk av programmering i undervisningen. Her har jeg et inntrykk av at det blir et ensidig fokus på programmeringen, der det ikke brukes i kombinasjon med andre tema innenfor naturfaget. Forskning viser samtidig at lærere trenger veiledning og støtte med å inkludere programmering i undervisningen, og for å kunne bruke programmering som verktøy for læring av annen faglig kunnskap (Szabo et al., 2019; Humble, 2023; Webb et al., 2017; Pörn et al., 2021). Dette indikerer dermed at lærerne for det første kan finne undervisning av temaet energi utfordrende, og for det andre trenger veiledning og støtte for å bruke programmering sammen med andre tema.

1.2 Avgrensninger og andre betydningsfulle valg

For å avgrense denne masterstudien og for utviklingen av undervisningsressursen har jeg valgt å introdusere en modell for energi, der et sentralt aspekt ved modellen er at energi lagres på ulike måter, og at ved hendelser og prosesser overføres energien mellom lagre (BEST, 2019). På denne måten kan man få en forståelse av at energi ikke forsvinner, noe som samsvarer med kanskje den viktigste ideen ved energi, at energi er en bevart størrelse. Da elevene samtidig skal benytte seg av Bit:Boten som læringsverktøy, er det valgt å avgrense oppgaven mot at elevene skal identifisere energilagre ved et praktisk eksperiment der arbeid med Bit:Boten inngår.

Utviklingen av undervisningsressursen har tatt utgangspunkt i kjerneelementene for naturfaget, som i utgangspunktet gjelder for alle trinnene i grunnskolen. Samtidig er målgruppen for denne undervisningsressursen elever og lærere på mellomtrinnet. Dette fordi programmering av micro:bit og Bit:Bot ofte blir introdusert for elever først på mellomtrinnet, og at med denne undervisningsressursen så introduseres en modell for energibegrepet som kan danne et godt grunnlag for videre læring og forståelse av energibegrepet.

1.3 Valg av «hardware og software»

For denne studien har det blitt valgt å bruke micro:bit og Bit:Bot som fysiske programmerbare objekter, som fungerer som støtte i undervisning og læring. Gjennom det norske *super:bit-prosjektet* (Super:Bit et al., u.å.), initiert av Utdanningsdirektoratet og gjennomført av landets 13 *Vitensentre*, skulle alle norske skoler få muligheten til å delta på et prosjekt om programmering. Målet med prosjektet var at barn og unge, men også lærere, skulle lære mer om programmering. I forbindelse med deltakelse fikk skolene utdelt et gratis klassesett med utstyr, bestående av micro:bit og Bit:Boter. Med at alle skoler rundt om i Norge kunne delta på dette prosjektet, medførte det at denne typen utstyr er vanlig å finne rundt om i norske skoler. Derfor ønsket jeg med denne studien å utvikle et undervisningsopplegg med utgangspunkt i micro:bit og Bit:Bot og kombinere det med temaet energi.

For programmering av micro:bit og Bit:Bot har det blitt vanlig å bruke tjenesten *MakeCode*, som er utviklet av Microsoft. Dette verktøyet støtter både tekstbasert programmering og visuell blokkprogrammering. For denne masterstudien har jeg gjort

den avgrensningen ved at elevene skal bruke blokkprogrammering for å programmere micro:bit og Bit:Bot. Dette på bakgrunn av studier som viser at blokkprogrammering er å foretrekke for nybegynnere innen programmering, da det reduserer utfordringen med å lære seg syntaks og at elevene slipper å forholde seg til feilbeskjeder, i form av «syntax error» (Sengupta et al., 2013; Weintrop, 2019; Sáez-López et al., 2019).

1.4 Målet med studien

Gjennom denne masterstudien ønsker jeg å utvikle en undervisningsressurs der arbeid med kjerneelementene *teknologi*, og *energi og materie* kombineres. Utviklingsarbeidet med undervisningsressursen har resultert i tre deler der det legges opp til arbeid med programmering av Bit:Bot, som kombineres med en modell for energibegrepet. Samtidig er tanken at undervisningsressursen kan være til støtte og inspirasjon for andre naturfagslærere som ønsker å bruke programmering i kombinasjon med læring av annet naturfaglig tema. Studiens overordnede mål er dermed å:

Bidra til å hjelpe naturfagslærere med å bruke teknologi i undervisning av temaet energi.

I arbeidet for å nå dette målet har jeg utformet to delmål:

1. Utvikle en undervisningsressurs der arbeid med programmering av Bit:Bot kombineres med en modell for energi.
2. Utvikle en undervisningsressurs som læreren kan støtte seg på for en undervisningstilnærming for temaet energi.

Det første delmålet har søkelys på utviklingsprosessen av undervisningsressursen, der det blir lagt opp til arbeid med Bit:Bot som kombineres med en modell for energi. Det andre delmålet handler om å utvikle en undervisningsressurs som kan være til støtte og inspirasjon for lærere, med tanke på en undervisningstilnærming for temaet energi.

1.5 Hvordan skiller dette undervisningsopplegget seg fra det som allerede er utviklet?

Det finnes allerede en del undervisningsressurser der arbeid med programmering kombineres med andre naturfaglige tema. For eksempel har det i forbindelse med super:Bit-prosjektet (Super:Bit et al., u.å.), blitt laget en egen nettside der man finner noen undervisningsopplegg som er knyttet opp til kompetansemål for blant annet naturfaget. Nettsiden til *Lær Kidsa Koding (kidsakoder.no)* har også en rekke oppgaver som er knyttet opp til læreplanen for naturfaget. Det nyskapende ved denne undervisningsressursen er forsøket på å kombinere arbeidet med programmering av Bit:Bot, sammen med temaet energi. Bit:Boten og dens egenskaper kan fungere som et læringsverktøy da den bidrar til å visualisere og eksemplifisere fenomener som kan ses i lys av en modell for energi. Elevene kan på denne måten gjøre seg erfaringer som kan knyttes til vitenskapelige ideer og dermed utvikle forståelse for energibegrepet.

1.6 Oppgavens struktur

Da dette er en utviklingsrettet masteroppgave, vil oppgaven bestå av to komponenter. Den ene komponenten er undervisningsressursen som har blitt utviklet gjennom studien.

Undervisningsressursen består av et oppgavehefte, en faglig gjennomgang i form av en lysbildepresentasjon, en beskrivelse av et praktisk eksperiment og en lærerveiledning. Under kapittel 4 blir undervisningsressursen presentert der hver av delene ressursen består av er lenket ved. I tillegg har undervisningsressursen blitt lagt ved oppgaven. Den andre komponenten er den skriftlige delen av masteroppgaven der man får innsikt i utviklingsprosessen av undervisningsressursen.

Denne masteroppgaven er delt inn i 8 kapitler. Kapittel 1 er en innledning og introduksjon av tema og bakgrunn for oppgaven. I kapittel 2 presenteres litteraturen som jeg har støttet meg på under utviklingsprosessen av undervisningsressursen. Her vises det til blant annet forskning og teori knyttet til undervisning av energi og bruk av robotikk i undervisning. Kapittel 3 er en beskrivelse av den metodiske tilnærmingen min for denne oppgaven, med inspirasjon fra pedagogisk designforskning. Videre beskrives utviklingsarbeidet og andre valg som har blitt tatt undervis. I kapittel 4 presenteres undervisningsressursen som har blitt utviklet gjennom denne studien. Kapittel 5 har sitt søkelys på utviklingsprosessen, der det redegjøres for den forberedende utviklingsfasen, utprøvingsfasen og evalueringsfasen. Videre i kapittelet blir evalueringen av ressursen gjort rede for, der utbedringer har blitt identifisert og som presenteres deretter. Avslutningsvis diskuteres delmålene for studien for å peke på om målsettingen for studien er nådd. I kapittel 6 beskrives studiens begrensninger, før jeg avslutter med en oppsummering i kapittel 7.

2 Teori og tidligere forskning

For dette kapittelet presenteres forskning og relevant litteratur som jeg har støttet meg på for utviklingen av denne undervisningsressursen. Kapittelet inneholder litteratur for energi i en skolesammenheng, hvordan man kan undervise om energi, bruk av robotikk i undervisningen, praktisk arbeid og andre pedagogiske metoder og verktøy.

2.1 Utfordringer med å undervise energi

Energibegrepet står sentralt i læreplanen for naturfaget i Norge og er i tillegg en *kjerneidé* og et *crosscutting concept* i rammeverket for K-12 undervisning i USA sett i lys av *Next Generation Science Standards (National-Research-Council et al., 2012)*. Som nevnt innledningsvis er det en rekke utfordringer ved å undervise temaet energi. Bakgrunnen for denne utfordringen handler om at energi er en abstrakt vitenskapelig ide, der det ikke er enighet om en felles tilnærming til undervisning av begrepet (Eisenkraft et al., 2014; Millar, 2014).

2.2 Modellering av energibegrepet

Med at energi er en abstrakt idé, så innebærer det at elever verken kan se eller røre energi. Dette er faktorer som kan være en utfordring for naturfagslærere med tanke på å planlegge og gjennomføre undervisning av temaet. Likevel må lærere bidra til elevens læring og forståelse av begrepet (Eisenkraft et al., 2014). En mulig undervisningstilnærming er å benytte seg av modeller for energibegrepet, der det brukes konkrete representasjoner for å veilede elevene mot de grunnleggende ideene (Lawrence, 2007). Dette harmonerer med kjerneelementet *energi og materie*, hvor det står at elevene både skal bruke og forstå modeller for energi (Kunnskapsdepartementet, 2019). Med tanke på begrepsforståelse mener Mork og Erlien (2017) at det er behov for bruk av modeller og analogier i undervisningen når det jobbes med abstrakte begreper. Duit (1987) viser til at den abstrakte naturen ved energibegrepet medfører en utfordring for elevens forståelse, og at det derfor med fordel kan modelleres som et quasi-materielt stoff. Samtidig understreker Duit (1987) at denne modelleringen av energibegrepet må brukes med forsiktighet. Energi er ikke noe konkret som man kan se eller røre, men en abstrakt matematisk størrelse. Her fremkommer tosidigheten ved bruk av modeller, der de på den ene siden er til hjelp for forståelse, men at de på den andre siden kan lede til misforståelser, der elevene kan få oppfatningen av at energi er noe konkret (Angell et al., 2019).

For utviklingen av undervisningsressursen for denne studien har jeg hentet inspirasjon fra undervisningsressursen *Teaching energy – Best Evidence Science Teaching (BEST, 2019)*, som er en forskningsbasert undervisningsressurs utviklet av *University of York Science Education Group*. Også her, i likhet med Duit (1987) sin anbefaling, modelleres energibegrepet som et quasi-materielt stoff, som verken kan oppstå eller forsvinne. Sentralt ved modellen er at energi kan lagres på ulike måter, og ved hendelser og prosesser overføres energien fra lager til lager (BEST, 2019). Millar (2014) og Millar (2005) viser også til denne modellen for energi og mener dette kan være en hensiktsmessig tilnærming for undervisning av energi. Videre peker de på at denne modellen egner seg godt når man ønsker å gjennomføre energianalyse av ulike prosesser

og hendelser, der man kan undersøke hvilke lagre energien befinner seg i. Formålet med modellen og tilnærmingen til BEST (2019) er å støtte elevers forståelse og læring av energibegrepet, der modellen er utviklet på bakgrunn av tidligere forskning (Driver et al., 1996; Lawrence, 2007; Millar, 2005). I tillegg er formålet med modellen å utfordre noen av hverdagsforestillingene elever har til energi, der den vanligste er at energi er noe som brukes opp og forsvinner (Driver et al., 1996). Denne hverdagsforestillingen havner i konflikt med en av de mest fundamentale prinsippene innenfor naturvitenskapen, at energi er en bevart størrelse. Modellen sikter derfor på å bidra til elevers forståelse for bevaring av energi, et aspekt som også er en forutsetning for bruk av modellen. I lys av prosesser og hendelser er man gjerne ute etter å forstå hva som skjer med energien, en form for energianalyse. Denne tilnærmingen *setter søkelys* på hvordan energi lagres og overføres mellom lagre, der man fører regnskap over energien i ulike hendelser og prosesser.

Ved introduksjon av denne modellen argumenterer Millar (2014) og Millar (2005) for at det viktigste er å identifisere hvor energien er lagret før og etter en hendelse eller prosess. Det er mindre viktig hva som skjer underveis, da det ikke vil påvirke utfallet eller energiregnskapet. I lys av dette anbefaler BEST (2019) å starte med å la elevene indentifisere energilagre, og la elevene si noe om hvilke lagre som har mer eller mindre energi etter en hendelse, sammenlignet med før hendelsen. En forutsetning for dette er at elevene kan gjenkjenne de ulike måtene energi kan lagres på. Man kan heller ikke måle energi direkte, men derimot gjøre seg observasjoner av hvordan objekter endrer seg under prosesser og hendelser. Basert på disse observasjonene kan man si at energien ved objektene endres, og på bakgrunn av dette kan man identifisere ulike måter energi kan lagres på, og hvordan energi overføres mellom lagre (BEST, 2019). For denne studien har jeg tatt utgangspunkt i tre typer energilagre som presenteres i tabell 2.1.

Type lager av energi:	Kort beskrivelse:	Noen eksempler
Kjemisk lager	Reaktanter som går sammen eller fra hverandre for å danne produkter.	Batterier, drivstoff og muskler.
Termisk lager	Temperaturen til et objekt øker eller minker.	En ovn, menneskekropp, varme drikker og motorer.
Gravitasjonell lager	Et objekt øker sin avstand fra en annen masse. Energien som ligger lagret i objektet ved en gitt høyde fra bakken.	Fallskjermhopper, et objekt på en pult/hylle.

Tabell 2.1: Oversikt over tre energilagre, med beskrivelse og eksempler. Utviklet med inspirasjon fra BEST (2019), Millar (2005) og Millar (2014).

Når man skal velge eksempler som passer med modellen som er beskrevet ovenfor, er det viktig at man velger eksempler der energilageret før og etter en hendelse er tydelig (Millar, 2005). I likhet med ressursen ovenfor mener også Millar (2005) at man bør fokusere på hvor energi er lagret før og etter en hendelse, og unngå å snakke så mye om hvor energien befinner seg underveis.

2.3 Bruk av robotikk i undervisningen

Yngre elever må få erfare fenomener tilknyttet energi gjennom modeller og bruke disse i praksis (Smith, 2016). En studie av Ferrarelli og Iocchi (2021) undersøkte videregåendeelevers bruk av mobile roboter som et læringsverktøy for å lære om newtons lover. Erfaringer fra studien viste til at programmering av mobile roboter kan styrke elevers forståelse av fysikkbegreper. Videre konkluderer studien med at elevers forståelse og læringsutbytte kan øke ytterligere dersom programmering av mobile roboter brukes sammen med spesifikke fysikkleksjoner knyttet til temaet (Ferrarelli & Iocchi, 2021). En casestudie av Sáez-López et al. (2019) så på hvordan elever jobbet med blokkprogrammering av mBot, en type robot, sammen med matematisk og naturfaglig innhold. Resultater fra denne studien peker på en rekke fordeler, som at motivasjonen, engasjementet, deltakelsen og interessen for fagstoffet økte, i tillegg til at problemløsning og kritisk tenkning var tilstedeværende under elevarbeidet (Sáez-López et al., 2019).

Sentance et al. (2017) undersøkte bruk av micro:bit i klasserommet, og konkluderer med at micro:bit oppfordrer til elevers kreativitet under arbeidet. En nøkkelfaktor her er at micro:bit er noe konkret elevene kan jobbe med, som har vist seg å stimulere for interesse og bygge forståelse (Sentance et al., 2017). I tillegg viser data fra studien at elever ser sammenhenger mellom det å lære å programmere og det å lage digitale produkter. På denne måten forsterkes relevansen av programmering, der elevene kan relatere arbeidet mot den virkelige verden (Sentance et al., 2017). Teiermayer (2019) sin studie følger opp med at micro:bit kan være et egnet verktøy for å gjennomføre fysikkeksperimenter i klasserommet. Noe av fordelen ved bruk av micro:bit er muligheten for å bruke blokkprogrammering, som åpner for at elever med mindre programmeringserfaring kan mestre aktiviteter ved bruk av micro:bit sammen med fysikk (Teiermayer, 2019). Dette støttes av Sáez-López et al. (2019) som også peker på at blokkprogrammering er enklere for elever i motsetning til tekstbasert programmering. Dette fordi man slipper feilmeldingene som ofte oppstår ved tekstbasert programmering (Sáez-López et al., 2019; Sengupta et al., 2013; Weintrop, 2019). I tillegg er samtlige klosser for å lage program tilgjengelig for elevene, slik at de enklere kan utforske og sette sammen ulike fargede klosser for å lage funksjonelle program (Sáez-López et al., 2019).

2.4 Praktisk arbeid

Under kjerneelementet *teknologi* kommer det frem at elevene blant annet skal forstå, skape og bruke teknologi, inkludert programmering og modellering i arbeid med naturfaget (Kunnskapsdepartementet, 2019). Sentralt ved naturvitenskapen er samspillet mellom ideer og observasjoner (Abrahams & Millar, 2008). Praktisk arbeid blir av Tiberghien (2000) karakterisert som en metode for å hjelpe elever med å se sammenhenger mellom observasjoner og ideer. Studien til Abrahams og Millar (2008) undersøkte effekten av praktisk arbeid ved å analysere 25 naturfagstimer der det ble brukt praktisk arbeid. Noen av de viktigste funnene fra denne studien og som en lærer må forholde seg til, er at observasjoner alene ikke fører til forklarende ideer. For at elevene skal kunne se sammenhenger mellom observasjonene og de tiltenkte ideene er det en forutsetning at ideene er introdusert. Videre påpeker de at ideene bør introduseres før det praktiske arbeidet, slik at ideene kan brukes underveis i de praktiske aktivitetene (Abrahams & Millar, 2008). Et annet viktig funn ved studien var at bruk av et analytisk rammeverk, som lærere kan støtte seg på for å vurdere effektiviteten av

praktiske aktiviteter eller oppgaver, kan hjelpe lærerne med å identifisere læringskravet ved aktivitetene, og videre peke på hvilke aktiviteter som krever nøyere planlegging og utforming (Abrahams & Millar, 2008).

Det analytiske rammeverket fokuserer på to nivåer av effektivitet, der nivå 1 fokuserer på hva som blir gjort av elevene under den praktiske aktiviteten og hvordan de bruker tiltenkte ideer under arbeidet. Nivå 2 har sitt fokus på hva elevene har lært fra den praktiske aktiviteten og hvordan de i ettertid kan vise til forståelse for de tiltenkte ideene som de har tilegnet seg under aktiviteten (Abrahams & Millar, 2008).

Effektiviteten	Domene av observasjoner	Domene av ideer
Den praktiske oppgaven er effektiv på nivå 1 dersom elevene bruker objektene og materialene som tiltenkt av læreren, og kan samtidig genere tiltenkte data.	... elevene bruker de planlagte og tiltenkte ideene mens de utfører oppgaven ved å tenke sine handlinger og observasjoner.
Den praktiske oppgaven er effektiv på nivå 2 dersom elevene senere kan huske ting de gjorde med objektene eller materialene, samt huske observasjoner fra arbeidet og andre nøkkelementer fra datamaterialet de samlet inn.	... elevene senere kan vise forståelse for ideene som oppgaven hadde som hensikt hjelpe dem med å forstå.

Tabell 2.2: Analytisk rammeverk for å vurdere effektiviteten av en praktisk aktivitet. Hentet og oversatt fra artikkelen til Abrahams og Millar (2008).

2.5 Andre pedagogiske metoder og verktøy

I prosessen med å utvikle undervisningsopplegget har det blitt tatt utgangspunkt i flere pedagogiske metoder og verktøy. Bakgrunnen for valget av disse metodene og verktøyene er forankret i kjente teorier som belyser elevers læring og utvikling.

2.5.1 Et sosiokulturelt læringsperspektiv

Et av formålene med undervisningsressursen er å støtte læreren med å undervise temaet energi, som kan bidra til en vitenskapelig forståelse av energibegrepet. Begrepet energi er som nevnt godt forankret i hverdagsspråket vårt, der det finnes noen aspekter som ikke er forenelig med det vitenskapelige. I lys av det sosiokulturelle læringsperspektivet, kan man si at læring skjer i en sosial dimensjon, der man sammen med andre kan utvikle seg og bygge forståelse (Vygotsky et al., 1978). Samtidig har elevers hverdagsforestillinger som regel opphav i den sosiale verden de lever i (Sjøberg, 2022). Skolen blir av Vygotskji sett på som et middel for å lære vitenskapelige begreper (Säljö et al., 2016). Elevers møte med abstrakte vitenskapelige begreper kan være utfordrende, fordi elevene ikke kan koble de til erfaringer fra hverdagslivet. Læreren innehar derfor en viktig rolle som bindeledd mellom erfaringer elever har fra de hverdagslige referanserammene til de vitenskapelige forståelse i akademiske sammenhenger (Säljö et al., 2016). Millar (2014) argumenterer for at i prosessen med å hjelpe elever mot en vitenskapelig forståelse av energibegrepet, bør man starte med å bygge videre på elevenes hverdagsforestillinger av energibegrepet. Resultater fra det norske forskningsprosjektet, *Forskerfotter og leserotter* (Haug & Ødegaard, 2014), viser også til viktigheten av lærerens aktive og støttende rolle under elevenes begrepsutvikling. Her kommer det frem at læreren bør utfordre elevene i å bruke begrepene i ulike

sammenhenger, som praktisk arbeid, i diskusjoner og i samtaler (Haug & Ødegaard, 2014).

2.5.1.1 Den nærmeste utviklingssonen og støttestrukturer

Fra avsnittet ovenfor pekes det på viktigheten ved den støttende rollen læreren har for elevene. I lys av det kjente begrepet *den nærmeste utviklingssonen* (Vygotsky et al., 1978), er støtte avgjørende for at elever skal kunne lære. Dette begrepet bygger på en forståelse av barns læring som en sone mellom det *faktiske* og det *mulige utviklingsnivået*. Det faktiske utviklingsnivået representerer barnets avgrensede kunnskaper på det gitte tidspunktet. Det mulige utviklingsnivået derimot, strekker seg videre og representerer kunnskaper som ikke er modnet enda, men som er innen rekkevidde med hjelp fra mer kunnskapsrike personer. Den nærmeste utviklingssonen finner vi i overgangen mellom disse to utviklingsnivåene, og det er her man finner muligheter for læring (Sjøberg, 2022; Vygotsky et al., 1978; Säljö et al., 2016).

Bruk av støttestrukturer blir generelt sett på som et godt pedagogisk virkemiddel for å hjelpe elevene med å oppnå mestring ved faglige utfordringer (Knain et al., 2019). Støttestruktur omtales også som stillasbygging, og omhandler alle typer verktøy, redskaper og tilrettelegginger der hensikten er å støtte elevene i læringsarbeidet slik at de kan oppleve mestring (Knain et al., 2019). Innsamling av datamateriale kan ses på som en kritisk fase. Bruk av støttestrukturer kan være et godt verktøy for å heve kvaliteten på arbeidet og datamaterialet. Tabeller eller maler for skrivning av produkt, kan være eksempler som kan støtte denne typen kritisk fase (Knain et al., 2019).

2.5.2 Teoretisk perspektiv på kognitiv belastning

Sentralt ved kognitiv belastningsteori er at den menneskelige behandlingen av informasjon er begrenset av arbeidsminnet, som er ansvarlig for lagring og bearbeiding av informasjon (Sweller et al., 2019). Kognitiv belastningsteori kan ses i sammenheng med den proksimale utviklingssonen. Når en oppgave passer innenfor en elevs aktuelle utviklingsnivå, antyder det at eleven allerede har relevant kunnskap og forståelse i langtidsminnet. Når eleven introduseres for ny informasjon er det arbeidsminnet som først håndterer informasjonen. For at eleven skal kunne integrere informasjonen i langtidsminnet, forutsetter det at kognitive belastningen ikke overstiger kapasiteten til arbeidsminnet. Ved å blant annet redusere den kognitive belastningen som ikke er relevant for læring kan man lette presset på arbeidsminnet, og videre bidra til å hjelpe elevene mot den nærmeste utviklingssonen, der informasjon kan lagres og bearbeides i langtidsminnet. Samtidig kan man også «optimalisere» kognitive prosesser som er relevant for læring. En fellesnevner for begge tiltaksretningene er at det må tas utgangspunkt i elevens individuelle kognitive kapasitet (Sweller et al., 2019).

Rammeverket knyttet til kognitiv belastning referer til noen undervisningseffekter som kan være til hjelp for læreren med å minimere kognitiv overbelastning, og dermed støtte og utvikle elevers læring (Sweller et al., 2019; CESE, 2018): *Overføldighetseffekten* (Redundancy effect) handler om at gjentakelse av unødvendig informasjon kan medføre kognitiv overbelastning. *Modalitetsprinsippet* (The Modality Principle) innebærer at håndteringen av kompleks informasjon kan bli enklere for elever når informasjonen presenteres på to måter samtidig, spesielt ved bruk av bilde og fortellerstemme (Sweller et al., 2019). En annen god undervisningseffekt er å bruke ferdigløste eksempler (Worked example effect), for å lette den kognitive belastningen innenfor komplekse områder slik som i naturvitenskapen. Ved å bruke denne effekten blir elevene først presentert for ferdigløste eksempler. Senere skal elevene løse lignende oppgaver, der de

kan tilegne seg innsikt i strategier og strukturer ved det ferdigløste eksempelet, som kan redusere den kognitive belastningen. Mayer (2009) viser også til *kontiguitetprinsippet* (Temporal Contiguity Principle) innenfor multimedialæring. Dette dreier seg om at informasjonselementer som tilhører og utfyller hverandre, bør presenteres samtidig.

2.5.3 Andre pedagogiske og didaktiske metoder

Gjennom undervisningsressursen støttes det også på andre pedagogiske metoder som bruk av digitale flervalgsoppgaver underveis i læringsprosessen. Flervalgsoppgaver kan med fordel brukes for at elevene kan huske lærestoffet bedre, ved at de får det repetert (Pyc & Rawson, 2010). Når flervalgsoppgaver brukes for å følge opp teori, kan det hjelpe elevene med å knytte fagstoffet bedre sammen (Angell et al., 2019). Animasjoner kan også være et godt læringsverktøy for å visualisere prosesser som vanligvis ikke er synlig med det blotte øyet. Mork og Erlien (2017) beskriver animasjoner som et godt verktøy for læring, da det kan hjelpe elevene med å huske naturfaglig innhold og bidra til å motivere elevene med å lære. Ved å knytte praktiske aktiviteter og oppgaver til animasjonene kan man øke læringseffekten ytterligere (Angell et al., 2019).

Fysikk er både et teoretisk og eksperimentelt fag (Angell et al., 2019). Bruk av eksperiment som illustrasjon kan være en hensiktsmessig metode når man ønsker å illustrere et fenomen gjennom erfaringer. For å sikre at elevene gjør seg de tiltenkte erfaringene og observasjonene, kan eksperimentet med fordel utformes som et kokebokforsøk (Angell et al., 2019). I lys av kognitiv belastning er noe av utfordringen ved slike eksperimenter å hjelpe elevene med å knytte teorien til observasjonene. Derfor anbefales det å bruke god tid på klasseromsdiskusjoner og forklaringer knyttet til teori med utgangspunkt i elevenes observasjoner. Argumentet for bruk av eksperimenter på denne måten kan ses i sammenheng med *kognitive argumenter* (Wellington, 1998), der arbeid med eksperimenter innebærer å utvikle elevers forståelser av fysikkens teorier og begreper.

2.5.4 Parprogrammering

Parprogrammering har vist seg å være et effektivt pedagogisk valg når det er begrenset med tid og når kompleksiteten ved programmeringen kan sies å være lav (Hannay et al., 2009). Parprogrammering innebærer at to og to elever jobber sammen om en kode, der det benyttes en datamaskin. Diskusjonen og dynamikken innad i paret er sentralt, der elevene bytter på hvem som skriver kode og hvem som kommer med innspill. På denne måten samarbeider elevene innad i paret der målet er å forbedre og gjøre koden mer effektiv (Haraldsrud et al., 2020). Haraldsrud et al. (2020) viser til at parprogrammering er en metode som bygger på forskning, der det kommer frem at når flere enn én elev jobber sammen om en felles kode blir resultatet mer presise programmer. Elevers ulike mentale modeller kan på denne måten møtes, der de blir tvunget til å forklare modellene for hverandre. På denne måten får man et innblikk i hverandres perspektiver og forklaringer på hvordan programmet fungerer, og som videre kan resultere i økt innsikt og dybdelæring (Haraldsrud et al., 2020). Samtidig medfører parprogrammering en risiko for at en elev tar styringen, mens den andre blir sittende passivt å se på (Gjøvik & Høyland, 2022). Gjøvik og Høyland (2022) peker på et mulig tiltak for å forbygge mot dette, der elevene blir gitt klare og tydelige roller underveis.

2.5.5 PRIMM

PRIMM er en forskningsbasert undervisningsmetode med hensikt om å hjelpe læreren i gjennomføring av programmeringsundervisning for elever med mindre erfaring og kunnskaper (Sentance & Waite, 2017). Metoden kan også hjelpe læreren med å strukturere en programmeringsbasert undervisning (Gjøvik & Høyland, 2022). Undervisningsmetoden legger opp til at elevene må kunne lese og forstå hvordan programmer fungerer, før elevene går i gang med å lage egne programmer (Sentance et al., 2019). PRIMM består av fem steg: *predict*, *run*, *investigate*, *modify* og *make*. I likhet med Gjøvik og Høyland (2022) har jeg oversatt dem til *forutse*, *kjør*, *undersøk*, *endre* og *lage*. Det første steget *forutse*, handler om at elevene skal prøve å forstå hva en utdelt kode vil gjøre. Deretter skal elevene teste ut programmet, *kjør*, slik at elevene kan få sjekket om deres antagelser stemte eller ikke. Videre skal elevene *undersøke* programmet gjennom aktiviteter med hensikt om å bygge forståelse for koden. Det neste steget er *endre*, og innebærer at elevene skal endre programmets funksjon. Her starter skiftet mot at elevene gjør programmene til sine egne. Det siste steget *lage* innebærer at elevene skal bruke strukturene som de har blitt kjent med gjennom de foregående stegene til å løse et nytt problem (Sentance et al., 2019). *Parsons problemer eller parsons puzzle er en undervisningsmetode* som handler om at elevene får et sett med klosser, som de skal pusle sammen til et fungerende program (Gjøvik & Høyland, 2022). Dette er et pedagogisk virkemiddel for å lære elevene å strukturere program med riktig kode (Gjøvik & Høyland, 2022). Resultater fra en studie som undersøkte bruk av Parsons puzzle sammen med Scratch, indikerte at metoden kunne bidra til elevers motivasjon og redusere kognitiv belastning (Bender et al., 2023).

3 Metode

For dette metodekapittelet beskrives metodene som er brukt under utviklingsprosessen for å nå målet med studien. Først presenteres studiens vitenskapsteoretiske ståsted, før jeg beskriver min tolkning av pedagogisk designforskning. Videre beskrives metodene som har blitt brukt for datainnsamlingen, og hvordan jeg har brukt disse for videreutvikling av undervisningsressursen. Deretter beskrives forskningssted og forskningsdeltakere, før jeg ser på kvaliteten ved forskningen, etterfulgt av forskningsetikken knyttet til masterstudien. Avslutningsvis beskrives analysemetoden jeg har brukt.

Dette metodekapittel består og bygger videre på en tidligere eksamensoppgave skrevet desember 2023 i emnet MGLU5208, Vitenskapsteori og metode. Derfor kan oppbygning og enkelte setninger være lik tidligere eksamensoppgave.

3.1 Vitenskapsteoretisk ståsted

Gjennom denne utviklingsrettede masterstudien har det blitt jobbet med å utvikle en undervisningsressurs. Dette er en lengre utviklingsprosess der det vil oppstå interaksjoner mellom meg som forsker og de aktørene som deltar i studien (Postholm et al., 2018). Her vil man kunne erfare sosiale samhandlinger der man konstruerer forståelse og mening. Derfor har jeg med denne studien en sosialkonstruktivistisk tilnærming, der kunnskap blir sett på som noe som konstrueres i sosiale sammenhenger (Tjora, 2021; Säljö et al., 2016). I utviklingsprosessen har det blitt gjennomført en utprøving slik at jeg kunne gjøre meg observasjoner av hvordan undervisningsressursen fungerer i praksis. Videre ble det avholdt en samtale i etterkant med læreren som gjennomførte utprøvingen med klassen. Observasjonene og tilbakemeldingene fra samtalen utgjør erfaringsgrunnlaget som er utgangspunktet for min videre utvikling av undervisningsressursen. Her er det mine fortolkninger av aktørene og deres synspunkter som vektlegges og som utgjør grunnlaget for videre utvikling (Grønmo, 2016). Mine fortolkninger har blitt preget av forkunnskapene og forventningene jeg hadde i forkant av utprøvingen. Min forforståelse, da i form av erfaringer fra tidligere praksisperioder, samt forskningen og teorien som det er tatt utgangspunkt i for utviklingen av undervisningsressursen, preget også tolkningen av samtalen som ble gjennomført med læreren i etterkant. Konteksten som utprøvingen foregikk i spilte også en viktig rolle for mine fortolkninger. Dermed kan en si at denne utviklingsrettede masterstudien også baserer seg på en hermeneutisk tilnærming, der både forforståelse og en helhetsforståelse har preget tolkningene gjort av meg som forsker (Grønmo, 2016).

3.2 Pedagogisk designforskning

Den metodiske tilnærmingen for denne masterstudien har hentet inspirasjon fra *pedagogisk designforskning*, beskrevet av Bjørndal (2013). Denne forskningsmetoden har som målsetting å bidra til bedre læring og undervisning ved å gjøre pedagogiske grep på bakgrunn av systematiske undersøkelser av prosesser som utvikling, utprøving og evaluering (Van den Akker et al., 2006). Pedagogisk designforskning kjennetegnes ved fire karakteristikk: (1) Intervensjon, (2) syklisk tilnærming av utviklingsprosess, (3) prosessorientert (forståelse, forbedring og intervensjon vektlegges) og (4)

nytteorientert (designet bygger på teoretiske forslag og testing av design for utvikling av teori) (Van den Akker et al., 2006).

Utviklingen av undervisningsressursen i denne masteroppgaven kan til en viss grad betraktes som et designeksperiment. Vanligvis består et designeksperiment av flere utviklingssykluser. Men på bakgrunn av omfanget til denne masterstudien har det bare blitt tid til en utviklingssyklus. Utviklingsprosessen av denne undervisningsressursen kan knyttes til de tre fasene ved et designeksperiment og som er beskrevet i kapittelet til Bjørndal (2013); Første fase: *forberedelse av designeksperiment*, andre fase: *eksperimentering i klasserommet* og tredje fase: *retrospektive analyser*. Med utgangspunkt i disse tre fasene vil jeg videre beskrive mitt designeksperiment der undervisningsressursen ble utviklet, utprøvd og evaluert.

3.2.1 Første fase: *Forberedelse av designeksperiment*

Slik jeg har tolket den første fasen ved designeksperiment starter utviklingen i lys av en lokal hypotetisk teori. Denne teorien betegnes som lokal fordi den er avgrenset til et spesifikt emne og er hypotetisk, fordi den bygger på antagelser om mulige prosesser som fører til læring og utvikling hos elever (Bjørndal, 2013). Videre peker også teorien på hvordan læremidler kan brukes for å støtte elevers utvikling og læring. En sentral del ved forberedelsesfasen og utviklingen av undervisningsressursen var derfor søk og innhenting av relevant teori og forskning innenfor feltet. Teorien og den tidligere forskningen som denne undervisningsressursen bygger på, er presentert i kapittelet teori og tidligere forskning.

Under den forberedende fasen ble det også gjennomført et møte med veileder og en annen faglærer, som kan omtales som en ekspert, med kompetanse innenfor programmering og fysikk. Her ble mine tanker og ideer for undervisningsressursen diskutert. Fra dette møtet fikk jeg gode innspill og ideer som jeg kunne bygge videre på i arbeidet med undervisningsressursen. Samtidig bidro møtet med faglæreren til å sjekke ressursens nytteorientering. Med dette møtet kan jeg også si at undervisningsressursens nytteorientering ble styrket, da eksperten bidro med ideer og tanker i lys av erfaringer fra praksisfeltet. Mot slutten av forberedelsesfasen ble også sentrale deler ved undervisningsressursen testet ut sammen med en mindre studentklasse, der også eksperten observerte gjennomføringen. Dette ble gjort for å kvalitetssikre innholdet ved undervisningsressursen og sikre gjennomførbarheten. Underveis kunne jeg gjøre meg observasjoner som mot slutten av utprøvingen ble diskutert i fellesskap med både studentene og eksperten. Her fikk jeg konstruktive tilbakemeldinger som jeg brukte i arbeidet med å forberede undervisningsressursen før utprøving i en reell klasseromssituasjon. Samtidig fikk jeg som forsker trening i å både notere ned observasjoner og føre en samtale i etterkant av utprøvingen.

3.2.2 Andre fase: *Eksperimentering i klasserommet*

Andre fase i et designeksperiment innebærer å prøve ut designet i praksis, med formål om å forberede og utvikle designet (Bjørndal, 2013). Vanligvis består denne fasen av tette og integrerte sykluser av design og analyser (Gravemeijer & Cobb, 2006), men for denne studien ble det bare tid til én syklus der utprøvingen foregikk med en skoleklasse. Ansvar for utprøvingen av undervisningsressursen ble gitt til læreren for den respektive klassen. Grunnen bak dette valget var at jeg kunne observere utprøvingen fra siden av og i en reell undervisningssetting. I tillegg kjenner læreren klasseromsdynamikken og har relasjoner til elevene, noe som gjør det mulig å håndtere situasjoner og best tilrettelegge for utprøvingen (Dalland & Andersson-Bakken, 2021). I utgangspunktet

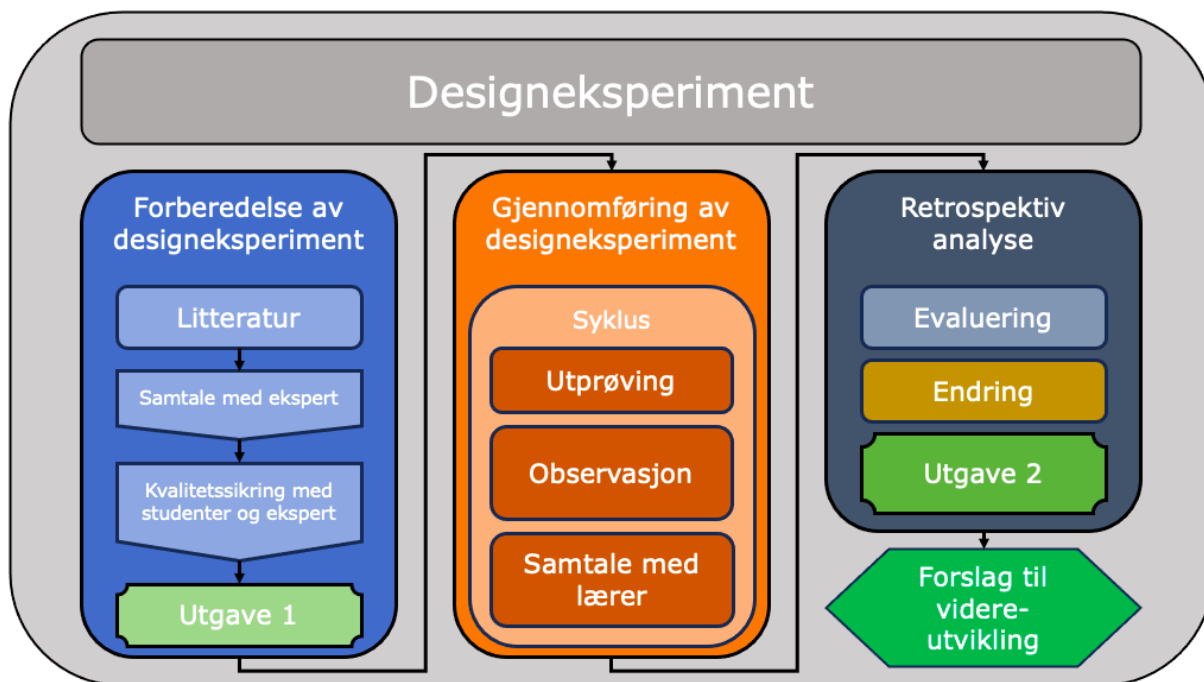
skulle jeg ha rollen som delvis deltakende observatør. Dette fordi jeg skulle ha muligheten til å bevege meg fritt for å observere og lytte til diskusjonene mellom elevene, og for at jeg kunne fungere som en ressursperson for elevene som kunne trenge hjelp (Dalland et al., 2023). På grunn av uforutsette hendelser, deriblant at elevene ikke fikk åpnet vedlagte tips, fungerte jeg mer som en deltakende observatør under utprøvingen, der jeg hjalp elevene med oppgaveheftet. Dette medførte at jeg ikke hadde samme muligheten til å notere ned observasjoner underveis. Likevel fikk jeg innblikk i samtaler og arbeidsmåter mellom elevene. Min og lærerens rolle ble også mer sammenfallende, noe som åpnet for kortere samtaler underveis, der vi delte våre observasjoner og erfaringer med hverandre. Gravemeijer og Cobb (2006) anbefaler å gjennomføre kortere møter underveis i et designeksperiment, for å utvikle felles fortolkninger.

Med en kvalitativ tilnærming til denne masterstudien valgte jeg å gå for ustrukturert observasjon. Dette fordi jeg på forhånd ikke hadde planlagt i detalj hva som skulle observeres. Likevel hadde jeg et fokus og formål med observasjonen (Dalland et al., 2023), der fokuset først og fremst var på gjennomføring og hvordan arbeidet med oppgaveheftet og det praktiske eksperimentet foregikk. Observasjon kan være en egnet metode for å få direkte tilgang til menneskers handlinger. Samtidig må man være klar over at observasjonene vil preges av forskerens forståelse av begreper som det tas utgangspunkt i (Gleiss & Sæther, 2021). Det ble også valgt å gjennomføre et uformelt intervju, i form av en samtale med læreren i etterkant av utprøvingen. Uformell intervjuing blir beskrevet som en samtale rundt gitte temaer med respondenten, men som gjennomføres på en fleksibel måte (Grønmo, 2016). Samtalen med læreren baserte seg på erfaringer og observasjoner fra utprøvingen. Med samtalen i etterkant kunne jeg få innsyn i lærerens opplevelser og fortolkninger av undervisningsressursen under utprøvingen (Gleiss & Sæther, 2021). Denne kombinasjonen av metoder kalles for metodetriangulering, og handler om å studere fenomener fra ulike synsvinkler (Grønmo, 2016). En kombinasjon av observasjon og intervju, kan bidra til en mer utfyllende beskrivelse av situasjonene som studeres (Dalland & Andersson-Bakken, 2021; Røykenes, 2009), og med dette et godt grunnlag for videre utvikling. Samtidig kunne jeg med samtalen forsøke å skape en felles forståelse av observasjonene og erfaringene, der også læreren kunne komme med innspill og tilbakemeldinger på ressursen.

3.2.3 Tredje fase: Retrospektive analyser

Målet med den tredje og siste fasen ved et designeksperiment er å utvikle den lokale undervisningsteorien basert på en retrospektiv analyse (Bjørndal, 2013). Den retrospektive analysen for denne studien handler om å videreutvikle undervisningsressursen på bakgrunn av observasjonen og samtalen med læreren i etterkant. Det ble tatt lydopptak av samtalen med læreren, som senere ble analysert. Denne analysen presenteres senere i metodekapittelet. Observasjonene og den analyserte samtalen utgjør grunnlaget i den retrospektive analysen. Her ble undervisningsressursen evaluert, og det ble pekt på hvilke endringer som bør gjøres før en eventuell neste utviklingssyklus. I etterkant av den retrospektive analysen valgte jeg å gjennomføre noen av disse endringene som presenteres i resultat og diskusjonskapittelet.

Med inspirasjon fra Bjørndal (2013) ble det forsøkt å lage en oversiktsmodell over utviklingsprosessen fra start til slutt. Figur 3.1 illustrerer denne utviklingsprosessen der det vises til hvilke deler som inngikk i hver av de tre fasene ved et designeksperiment.



Figur 3.1: Oversiktsmodell som illustrerer utviklingsprosessen av undervisningsressursen fra start til slutt.

3.3 Forskningssted og forskningsdeltakere

Utprøvingen av ressursen skjedde sammen med en delklasse på 6.trinn bestående av 24 elever i en Trondheimsskole. Utprøvingen ble planlagt å gjennomføre i en lengre undervisningsøkt, tilsvarende to hele klokketimer, med en pause imellom. Valg av skole og klasse skjedde i forbindelse med praksis, der jeg etablerte et samarbeid med en lærer som var kollega av min praksislærer, og som jeg under praksis fikk samarbeidet noe med. Under praksis hadde jeg blant annet gjennomført en undervisningstime med programmering av Bit:Bot, sammen med den respektive klassen utprøvingen skjedde med. Jeg hadde derfor noe kjennskap til elevene og deres forutsetninger. Utvelgelsen av informanter baserte seg på *strategisk utvalg*, nærmere bestemt kriteriebasert utvelgelse (Christoffersen & Johannessen, 2012). Da jeg på forhånd hadde bestemt meg for tema for oppgaven var et av kriteriene at klassen og læreren hadde erfaring med programmering av micro:bit og Bit:Bot. I tillegg var det et kriterium at læreren som skulle delta i prosjektet hadde en naturfaglig bakgrunn, med tanke på utprøvingen og at målgruppen for undervisningsressursen var naturfagslærere. Læreren som deltok i prosjektet, hadde realfag fra lærerhøgskolen.

3.4 Kvaliteten i studien

For å vurdere kvaliteten til denne studien tar jeg utgangspunkt i de to begrepene reliabilitet og validitet, og ettersom dette er en kvalitativ studie heller jeg mot det sosialkonstruktivistiske ytterpunktet (Gleiss & Sæther, 2021).

Reliabiliteten for denne studien innebærer i hvilken grad studien er til å stole på. Da denne typen studie innebærer stor grad av forskerstyring, vil min subjektivitet som forsker prege studien i stor grad. Derfor har det vært avgjørende for meg å være transparent, ved å gjøre rede for min egen forskningsprosess. Dermed er også

refleksivitet viktig, for å vise hvordan jeg som forsker har påvirket forskningsprosessen på ulike måter (Gleiss & Sæther, 2021). Refleksivitet belyses også av Bjørndal (2013) og innebærer at utviklingen av undervisningsressursen for denne studien har blitt påvirket av mine kunnskaper og erfaringer, min sosiale bakgrunn, kultur og atferd. Ved å vise til valgene som har blitt tatt gjennom forskningsprosessen, samt legge frem min subjektivitet for å synliggjøre mitt ståsted og min posisjon, kan jeg øke kvaliteten på studien (Bjørndal, 2013; Gleiss & Sæther, 2021). I dette delkapittelet blir derfor mitt syn på læring gjort rede for, før jeg videre peker på min motivasjon for valg av tema og til slutt reflekterer over møtet med læreren og klassen som deltok i denne studien.

Mitt syn på læring kan knyttes til det sosialkonstruktivistiske perspektivet, der kunnskap er en konstruksjon av forståelse og mening som skapes i møte mellom mennesker i sosiale sammenhenger (Postholm et al., 2018). Det vil for denne oppgaven si at kunnskapen som utvikles gjennom studien, er et produkt av min og lærerens forståelse av undervisningsressursen og hvordan den fungerte i praksis. Samtidig er det jeg som forsker som er det viktigste instrumentet for denne studien. Derfor har mine forkunnskaper og erfaringer noe å si for hvordan jeg fortolker undervisningsressursen og utprøvingen. Derav den hermeneutiske tilnærmingen.

Helt siden jeg var ung har jeg alltid lat meg fasinere av verktøy og teknologi, der jeg har vært nysgjerrig på å finne ut hvordan det brukes og fungerer. De senere årene har interessen for fysikken økt, fordi kunnskapene innenfor fysikkens verden kan bidra til å forklare naturlige fenomener som jeg undres over. I tillegg kan fysikken forklare teknologien vi bruker og hvorfor vi bruker den. Som lærer ønsker jeg å videreføre denne nysgjerrigheten til mine elever. Derfor valgte jeg temaene energi og teknologi for denne studien. Jeg mener at denne kombinasjonen av tema kan bidra til motivasjon og engasjement. Dette fordi elevene kan bruke og tilegne seg forståelser for teknologi, samt lene seg på vitenskapelige ideer for å forklare noen av fenomenene som de kan gjøre seg med denne typen teknologi.

En faktor som jeg mener har påvirket denne studien, er min kjennskap og relasjon til læreren som gjennomførte utprøvingen av undervisningsressursen. Under praksis fikk jeg erfare et samarbeid med læreren, der jeg planla og gjennomførte en undervisningsøkt med programmering av Bit:Bot. Dette var en undervisning av noe mindre omfang og krevde noe mindre forberedelse sammenlignet med denne undervisningsressursen. I forkant av utprøvingen kan læreren derfor ha sett for seg en mindre omfattende undervisningsressurs. Dette kan ha påvirket forberedelsene inn mot utprøvingen og videre erfaringsgrunnlaget for videreutvikling av undervisningsressursen. Samtidig tror jeg også det var en fordel at klassen hadde kjennskap til meg, slik at min rolle i klasserommet ikke opptok unødvendig oppmerksomhet. Da jeg på forhånd hadde kjennskap til læreren, klassen og skolen kan man si at opplevelsen av utprøvingen stemte med forventningene jeg hadde i forkant.

Validitet handler om studiens gyldighet, og omhandler blant annet kvaliteten på datamaterialet og fortolkningene som gjøres av forskeren. For å styrke denne studiens validitet har jeg forsøkt å gjøre rede for grunnlaget for mine fortolkninger. Dette ved å vise til de teoretiske perspektivene som brukes i studien gjennom teorikapittelet, og ved å peke på min posisjonalitet under det vitenskapsteoretiske ståstedet (Gleiss & Sæther, 2021).

3.5 Forskningsetikk

I denne studien har det blitt tatt forskningsetiske hensyn med utgangspunkt i retningslinjer fra *Den nasjonale forskningsetiske komite for samfunnsvitenskap og humaniora* (NESH, 2021). Dette for å sikre at det har blitt tatt gode etiske valg og gjennomført ansvarlig forskning i studien. Forskningsetikk handler om hvilke retningslinjer, normer og ikke minst verdier som kan påvirke forskningsarbeidet. For å sikre at hensyn til forskningsdeltakerne ble gjort riktig for seg, ble det i tillegg søkt til SiKT.

I denne masterstudien har jeg begrenset den personlige informasjonen som ble samlet inn. Likevel ble det i samråd med veileder sett på som nødvendig å ta lydopptak av samtalen med læreren. Her regnes lydopptaket som en personopplysning og det ble derfor søkt til SiKT, der jeg fikk et samtykke for å ta lydopptak av samtalen. Konfidensialitet er et viktig forskningsetisk prinsipp. Dette innebærer å begrense hvem som har tilgang til datamaterialet og at datamaterialet er lagret forsvarlig under forskningen (Gleiss & Sæther, 2021). For å sikre konfidensialitet i min forskning benyttet jeg meg av nettskjema.no, en tjeneste utviklet av Universitetet i Oslo for å ta opp lydopptaket, samt lagre det på sikkert vis.

I NESH (2021) sine retningslinjer står det at forskningsdeltakerne skal ha tilstrekkelig med informasjon knyttet til prosjektet og gi samtykke til deltakelse før datainnsamlingen starter. Videre står det at deltakerne skal gis informasjon om at det er frivillig deltakelse og at de når som helst kan trekke sin deltakelse (NESH, 2021). Derfor fikk læreren tilsendt et informasjonsskriv i forkant av datainnsamlingen, i tillegg til et samtykkeskjema (se vedlegg 2). I forkant fikk elever og foresatte tilsendt et informasjonsskriv, der de ble opplyst om at de kunne reservere deres barn fra deltakelse (se vedlegg 3). I praksis ville dette medført at barnet hadde fulgt undervisningen som normalt, men ikke inkludert i studien på noen måte.

3.6 Valg av analysemetode

For analysen av transkripsjonene har jeg hentet inspirasjon fra konvensjonell innholdsanalyse beskrevet av Hsieh og Shannon (2005). Da jeg benyttet meg av nettskjema.no sin tjeneste kunne jeg få lydopptaket transkribert. Selv om denne tjenesten er ganske nøyaktig, var det en del feil i transkripsjonene. Derfor ble det brukt en del tid på rette opp feil og mangler.

Jeg startet analyseprosessen med å lese gjennom transkripsjonene for å tilegne meg et helhetsinntrykk av samtalen og for å få en dypere forståelse av det som ble sagt. Under arbeidet med analysen støttet jeg meg på tjenesten Excel. Transkripsjonene ble kopiert inn i et arbeids-ark der sitatene fra både meg og læreren ble sortert i hver sin celle. Videre ble det trukket ut det sentrale i sitatene og dette ble skrevet inn i tilhørende celle i kolonnen ved siden av. Dette kan man kjenne igjen fra Hsieh og Shannon (2005) sin fase i analysemetoden, der de viser til å markere nøkkelideer. I løpet av denne prosessen gjorde jeg meg også noen tanker som ble notert ned i tankekart. Dette bidro til at jeg fikk et overblikk over det sentrale i datamaterialet og som gjorde det enklere å kategorisere. Hsieh og Shannon (2005) viser til at neste fase er å etablere etiketter for koder i datamaterialet. Arbeidet med å utforme etiketter var en dynamisk prosess, der etikettene ble justert og slått sammen etter hvert som jeg oppdaget likheter mellom dem. Den neste fasen ble gjort i liket med det Hsieh og Shannon (2005) viser til, altså å kategorisere etikettene. Kategoriene gjenspeiler de ulike delene av ressursen og

fremhever samtidig de viktigste aspektene ved undervisningsressursen. Etter hvert ble etikettene gjort om til underkategorier, da også de representerte det viktigste ved datamaterialet. Tabell 3.1 illustrerer hvordan analysen ble gjort. I tillegg ble det laget en oversikt over alle kategoriene med underkategorier, som kan ses i vedlegg 4. Her er det lagt ved minst ett sitat for hver underkategori, noe som kan gjenspeile analysen og som bidro til mer oversikt i jobben med å evaluere ressursen.

Fase 1: Transkripsjoner	Fase 2: Koding	Fase 3: Etikett av kode	Fase 4: lage kategori
		<i>Underkategori</i>	<i>Kategorisering</i>
Intervjuer:			
Supert! Mitt første spørsmål det går litt på ditt første inntrykk av det her undervisningsopplegget.			
Så hva var første inntrykket ditt da, av undervisningsopplegget?			
Hva vil du si, da du så dette?			
Deltaker:			
Litt mer konkret, hva var det du tenkte?			
Det første inntrykket mitt var jo at det du hadde laget var veldig nøye og omfattelig .	Nøye og omfattelig	Omfattende undervisningsressurs	Omfang undervisningsressurs
Og så var det andre, det var at jeg tenkte det var litt mye for en økt . Altså mengden.	For mye for en økt	Mer tid til gjennomføring	Omfang undervisningsressurs
Men innholdet synes jeg var bra , og så passet det med, i om med at vi holder på med målenheter, og hadde lengder den her uken, så passet det jo veldig bra .	Relevant innhold	Godt innhold og dekker andre tema	Omfang undervisningsressurs

Tabell 3.1: Et utsnitt fra tabell i excel som illustrerer analyseprosessen gjort for denne studien.

4 Presentasjon av ressurs

I dette kapittelet presenteres undervisningsressursen som har blitt utviklet gjennom denne masterstudien. Undervisningsressursen består av tre deler i tillegg til en lærerveiledning. Del 1 er et oppgavehefte der elevene skal programmere Bit:Boten etter tre kriterier i et oppdrag som de skal løse. Del 2 er en lysbildepresentasjon der elevene blir introdusert for en modell for energi, med fokus på hvordan energi kan lagres. Del 3 utgjør kjernen i undervisningsressursen, og er et praktisk eksperiment der elevene skal bruke programmeringen fra del 1 sammen med modellen for energi fra del 2. Her skal de undersøke kjørelengden til Bit:Boten når stigningen økes.

4.1 Målet med undervisningsressursen

Undervisningsressursen har blitt utviklet med utgangspunkt i kjerneelementene *teknologi* og *energi og materie* fra læreplanen (LK20) for naturfag (Kunnskapsdepartementet, 2019). Derfor har utvalgte aspekter fra kjerneelementene blitt satt søkelys på i forbindelse med utvikling av denne undervisningsressursen. I tillegg presenteres kompetansemålene som denne ressursen kan kobles til, i sammenheng med kjerneelementene. Selv om denne undervisningsressursen er utviklet med mellomtrinnet i sikte, så kan undervisningsressursen brukes på ungdomstrinnet. Derfor er det valgt å ha med kompetansemål etter 10.trinn i tillegg.

Teknologi

- *Forstå og bruke programmering og modellering.*
- *Forstå teknologiske prinsipper og virkemåter.*

Energi og materie

- *Forstå hvordan man bruker modeller for, og begreper om, energi.*
- *Bruke kunnskap om energi til å forklare naturfenomener.*

Kompetansemål etter 7. trinn:

- *utforske elektriske og magnetiske krefter gjennom forsøk og samtale om hvordan vi utnytter elektrisk energi i dagliglivet.*
- *utforske, lage og programmere teknologiske systemer som består av deler som virker sammen.*
- *designer og lage et produkt basert på brukerbehov.*

Kompetansemål etter 10. trinn:

- *utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker.*
- *bruke programmering til å utforske naturfaglige fenomener.*
- *gjøre rede for energibevaring og energikvalitet og utforske ulike måter å omdanne, transportere og lagre energi på.*

Det har blitt utformet tre læringsmål for arbeidet med denne undervisningsressursen. Dette har blitt gjort for å peke på hva som er tiltenkt at elevene skal lære gjennom dette opplegget og for å tilpasse innholdet i kjerneelementene og kompetansemålene for elevene:

1. Kunne programmere Bit:Bot etter tre kriterier i et oppdrag.
2. Kunne bruke modell for energi ved å identifisere tre typer energilagre.
3. Bruke Bit:Boten og modellen for energi med hverandre for å forklare et naturlig fenomen.

4.2 Del 1 – oppgavehefte

Jeg har utviklet et oppgavehefte der elevene skal jobbe sammen i par, med oppgaver knyttet til et oppdrag med tre kriterier. Arbeidet med oppgaveheftet er en forutsetning for del 3 – det praktiske eksperimentet, der elevene skal bruke en ferdig programmert Bit:Bot under arbeidet. Oppgaveheftet er utviklet med inspirasjon fra undervisningsmetoden PRIMM og følger de første fire av de fem stegene: *predict, run, investigate og modify (forutsi, kjør, undersøke og endre)* (Sentance & Waite, 2017; Sentance et al., 2019). Som støtte under arbeidet med oppgavene har det blitt lagt ved tips som elevene kan benytte seg av ved behov. Her får elevene blant annet tips til hvilke blokker eller hvilke verdier som kan undersøkes.

I tillegg har det blitt laget en utfordring der elevene skal fjernstyre Bit:Boten ved å bruke en annen micro:bit som fjernkontroll. Her kan elevene velge mellom tre mulige vanskelighetsgrader, der den ene muligheten er utviklet med inspirasjon fra *Parsons problem* (Gjøvik & Høyland, 2022).

Lenke til del 1 – oppgavehefte:

[Oppgavehefte](#)

4.3 Del 2 – Lysbildepresentasjon (faglig gjennomgang)

For å introdusere elevene for modellen for energi, slik at elevene skal kunne identifisere energilagre under del 3 – det praktiske eksperimentet, har det blitt laget en faglig gjennomgang i form av en lysbildepresentasjon. Gjennom denne lysbildepresentasjonen får elevene en kortere bakgrunn for modellen før fokuset rettes mot tre typer energilagre som også inngår i det praktiske eksperimentet. Innledningsvis er det lagt opp til noen klasseromsdiskusjoner, der læreren blant annet kan få innsikt i elevenes hverdagsforestillinger og ta utgangspunkt i disse gjennom den faglige gjennomgangen. I tillegg er det laget en enklere animasjon for å illustrere et fenomen som ikke er synlig for det blotte øyet, men som er en viktig forutsetning for arbeidet med del 3. Denne omhandler at energien fra batteriene overføres til blant annet Bit:Botens deler når den kjører. Her økes for eksempel temperaturen til motorene, og man kan si at energien er overført til det termiske lageret tilhørende motorene.

Lysbildepresentasjonen kan godt brukes gjennom hele undervisningsøkten da det i presentasjonen er lenket ved oppgaveheftet og det praktiske eksperimentet.

Lenke til del 2 – Lysbildepresentasjon:

[Faglig gjennomgang \(pdf\)](#)

[Faglig gjennomgang \(Google presentasjoner med foredragsnotater\)](#)

4.4 Del 3 – Det praktiske eksperimentet

Del 3 utgjør kjernen for denne undervisningsressursen og det er her elevene skal kombinere arbeidet med programmering av Bit:Bot fra Del 1, sammen med modellen for energi som ble introdusert under del 2. Elevene skal her undersøke og måle kjørelengder ved å øke stigningen på pulten ved å stable noe under to av bordbeina. Her kan elevene observere at kjørelengden minker når stigningen øker. Ved å identifisere hvor energi kan ha blitt lagret, kan elevene peke på en årsak til at kjørelengden minker. Det har i tillegg blitt utformet en tabell som elevene kan støtte seg på for å notere ned kjørelengder under arbeidet. Som en utvidelse av eksperimentet kan man også kjøre nedover, i ulike stigninger. Her vil elevene kunne observere at kjørelengden øker og energien lagret før og etter kjøringen er noe forskjellig fra når Bit:Boten kjører oppover.

Lenke til del 3 – praktisk eksperiment:

[Praktisk eksperiment](#)

4.5 Lærerveiledning

For denne undervisningsressursen har det også blitt utviklet en enklere lærerveiledning, som læreren kan støtte seg på for forberedelse og arbeid med de ulike delene. Her beskrives helheten ved undervisningsressursen, der også hver del beskrives nærmere. I lærerveiledningen har det blitt utformet en gjennomgang av de viktigste elementene for hver del.

Lenke til lærerveiledning:

[Lærerveiledning](#)

5 Resultat og diskusjon

I dette kapittelet vil utviklingsprosessen av undervisningsressursen først beskrives, der det redegjøres for de viktigste didaktiske og pedagogiske valgene som har blitt tatt og gjort på bakgrunn av relevant litteratur. Her vil også utviklingen av de ulike delene ved undervisningsressursen beskrives. Deretter redegjøres det for utprøvingen, etterfulgt av evalueringen av undervisningsressursen. Videre beskrives endringene som ble gjort på bakgrunn av evalueringen. Avslutningsvis redegjøres det for i hvilken grad målet for studien er nådd, ved å diskutere delmålene for studien.

5.1 Utviklingsprosess av undervisningsressurs

For dette delkapittelet er det utviklingsprosessen for den første utgaven av undervisningsressursen som beskrives. Her redegjøres det for de mest sentrale valgene som ble gjort på bakgrunn av litteratur, diskusjoner med veileder og eksperter, og en utprøving med studenter. Dette delkapittelet gjenspeiler forberedelsesfasen ved et designeksperiment (Bjørndal, 2013). Under forberedelsesfasen har det blant annet blitt gjennomført en utprøving sammen med lærerstudenter og en foreleser som kan anses som ekspert innenfor temaene denne masterstudien omhandler. I dette kapittelet trekker jeg frem de viktigste elementene fra denne utprøvingen, der jeg viser til hvordan det bidro til utviklingen av undervisningsressursen.

5.1.1 Introduksjon til temaet energi

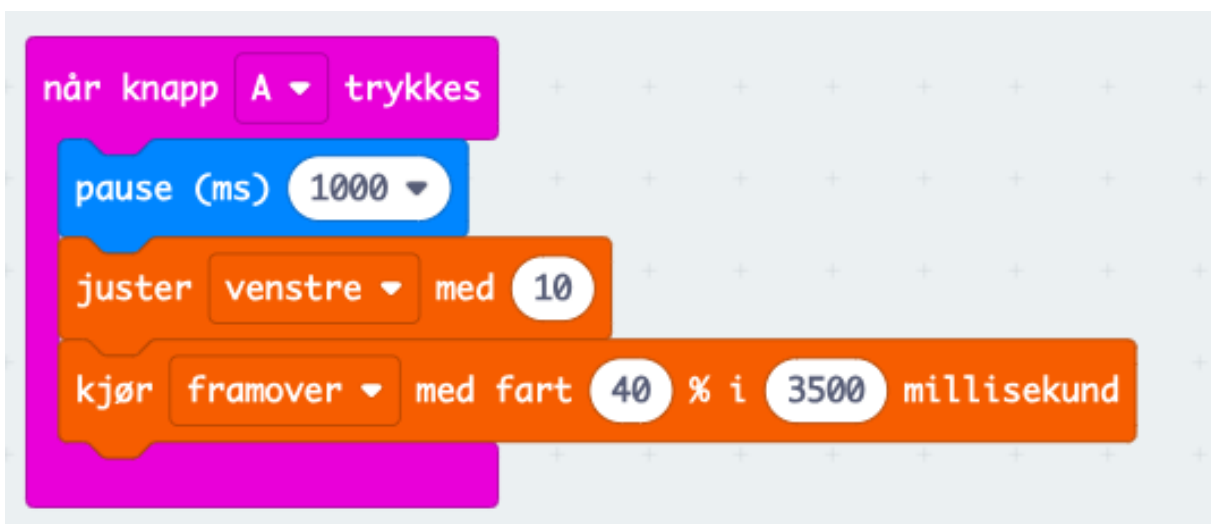
I forbindelse med det første veiledningsseminaret, hvor jeg på forhånd hadde bestemt meg for temaene programmering og energi, ble jeg introdusert for en ide om å bruke Bit:Bot som et læringsverktøy sammen med undervisning av energi. Dette kom som et forslag fra en av veilederne som har god kompetanse og erfaring med programmering av micro:bit og Bit:Bot, og som samtidig er utdannet fysiker. Umiddelbart ble jeg nysgjerrig på denne ideen og undersøkte derfor om denne ideen samsvarte med læreplanen for naturfaget. Her erfarte jeg at ideen kunne relateres til kjerneelementene *teknologi* og *energi og materie* (Kunnskapsdepartementet, 2019).

5.1.2 Hvordan bruke Bit:Boten i kombinasjon med energi

Med denne ideen som utgangspunkt startet utviklingsprosessen med å undersøke hvordan jeg kunne bruke Bit:Boten i kombinasjon med undervisning av energi. Tidlig i denne utviklingsfasen kom jeg i kontakt med foreleseren, som hadde interesse for mitt masterprosjekt. Foreleseren kan også regnes som ekspert innenfor programmering av micro:bit og Bit:Bot, og har i tillegg bakgrunn innen fysikk. Etter en samtale med eksperten og veileder, diskuterte vi en mulig tilnærming til hvordan jeg kunne bruke Bit:Boten som et læringsverktøy sammen med temaet energi, der gjennomførbarhet og andre praktiske forhold ble tatt høyde for. Vi ble enige om at jeg kunne eksperimentere med hvordan Bit:Boten taklet kjøring i ulike stigninger, da vi hadde en hypotese om at kjørelengden til Bit:Boten ville bli kortere når stigningen økte. Denne observasjonen mente vi kunne være et godt utgangspunkt for å knytte temaet energi til.

Etter samtalen undersøkte jeg om ideene og tankene som ble diskutert under møtet med ekspert og veileder, kunne støttes opp av tidligere forskning. En studie av Ferrarelli og Iocchi (2021) pekte på at bruk av mobile roboter kunne bidra til å styrke elevers forståelse for fysikkbegreper. Videre viste en studie av Sáez-López et al. (2019) til at motivasjonen, engasjementet og interessen for fagstoffet økte når det ble brukt mBot (en robot som ligner bit:boten) sammen med matematisk og naturfaglig innhold. Dette ble støttet opp av Sentance et al. (2017), som også i deres studie viste til at bruk av micro:bit som noe håndfast og konkret i undervisningen, kunne stimulere til interesse og for å bygge forståelse. En annen fordelaktig side ved å bruke micro:bit i undervisningen er muligheten elevene har for å benytte blokkprogrammering i stedet for tekstbaserte programmeringsspråk. Dette gjør at de unngår feilmeldinger knyttet til syntaksfeil (Sáez-López et al., 2019; Teiermayer, 2019).

Med denne ideen som utgangspunkt, som også kunne støttes opp av forskning, eksperimenterte jeg for å se om hypotesen stemte. Under eksperimenteringen ble Bit:Boten programmert til å kjøre en gitt strekning på en bordplanke, der jeg brukte en kjørekloss hvor man angir fart og kjøretid. I starten erfarte jeg at Bit:Boten svingte noe mot den ene siden, grunnet forskjeller mellom motorene. Dette ble løst ved å bruke en *juster*-kloss for å få Bit:Boten til å kjøre rett frem. Figur 5.1 illustrerer programmet som ble brukt under eksperimenteringen. Videre ble det tatt høyde for en rekke forhold. For det første merket jeg av utgangsposisjon der Bit:Boten skulle starte for hver kjøretur. For det andre gjennomførte jeg minst fem kjøreturer for hver stigning, der jeg merket av kjørelengde med blyant på bordplaten. Dette ble gjort for å undersøke nøyaktigheten til Bit:Boten og se at Bit:Boten kjørte omtrent like langt under samme forhold. For det tredje ble det brukt samme program med samme innstillinger, der motorkraften og kjøretiden til Bit:Boten var konstant for alle kjøreturer. På bakgrunn av dette hadde jeg et godt grunnlag for å sammenligne kjørelengder i ulike stigninger. Fra eksperimentet kunne jeg observere at kjørelengden ble kortere når stigningen økte, og som dermed ville si at vår hypotese stemte.



Figur 5.1: Et eksempel på programmet som ble brukt under eksperimenteringen, som består blant annet av en kjøre-kloss og juster-kloss.

5.1.3 Undervisningstilnærming for energi

Ettersom hypotesen ble bekreftet, ble det neste steget å finne ut hvilken tilnærming jeg skulle ha til temaet energi og hvordan jeg skulle kombinere dette med eksperimentet som jeg hadde gjennomført. Derfor ble fokuset rettet mot hva forskning og litteratur kunne si om temaet energi i en undervisningssammenheng. Tidlig i søkeprosessen erfarte jeg at det finnes en rekke undervisningstilnærminger til temaet energi, en erfaring som også deles av Eisenkraft et al. (2014) og Millar (2014). Videre kom jeg over litteratur og forskning der det ble anbefalt å modellere energibegrepet for å støtte elevers forståelse og læring av begrepet (Driver et al., 1996; Lawrence, 2007; Millar, 2005; Millar, 2014; Duit, 1987). Her kommer det blant annet frem at modellering av energibegrepet er et godt pedagogisk virkemiddel for undervisning av energi for yngre elever (Duit, 1987). Dette støttes opp av Lawrence (2007) som mener bruk av konkrete representasjoner er en hensiktsmessig tilnærming for å bygge forståelse for energibegrepet.

Under arbeidet med å finne litteratur og forskning kom jeg over den forskningsbaserte undervisningstilnærmingen BEST (2019), som jeg valgte å la meg inspirere av i utviklingen av undervisningsressursen. Energi blir her modellert som et usynlig uekte stoff, som verken kan oppstå eller forsvinne. Sentralt ved modellen forstås energi som et stoff som kan lagres på ulike måter og overføres mellom disse lagrene. Modellen kan utfordre elevers hverdagsforestillinger, og videre bidra til å danne et godt grunnlag mot en vitenskapelig forståelse for energibegrepet (BEST, 2019).

Denne modellen mente jeg kunne være en hensiktsmessig tilnærming for å bygge forståelse for energibegrepet. Samtidig erfarte jeg at den passet bra med Bit:Boten som læringsverktøy, ettersom energien Bit:Boten bruker for å kjøre, kan sies å ligge lagret i batteriene. Ideene ble derfor utviklet videre til å bruke modellen som et verktøy for å peke på hvorfor kjørelengden blir kortere når stigningen øker. På bakgrunn av anbefalinger fra litteraturen (BEST, 2019; Millar, 2014; Millar, 2005) ble det valgt å legge opp til en energianalyse, med det praktiske eksperimentet som utgangspunkt. Ved å bruke modellen der energi kan lagres på ulike måter, skal elevene i lys av observasjonen forsøke å si noe om hvor energien er lagret før og etter kjøreturene ved de ulike stigningene. Elevene kan da si noe om hvilke lagre som har mer eller mindre energi etter hver kjøretur, og bruke dette til å komme med en forklaring på hvorfor kjørelengden minker.

Gitt modellen for energi kan man si at den lagrede energien fra batteriene (kjemisk lager) som brukes til å kjøre vannrett over pulten, vil overføres til Bit:Botens deler, eksempelvis motorene og hjulene. Temperaturen til delene vil øke og man kan si at energien blir lagret i det termiske lageret. Også når Bit:Boten kjører opp stigningen, kan man ved bruk av modellen si at samme mengden energi fra batteriene overføres til delene. Når elevene da erfarer at kjørelengden blir kortere, kan man undre seg over hvor energien blir lagret som følge av denne forskjellen i kjørelengde, når andre forhold er «like». En forklaring i lys av modellen vil da være å identifisere at Bit:Boten har økt sin høyde fra utgangspunktet, og at noe av energien har blitt overført til det gravitasjonelle lageret (BEST, 2019). Elevene vil her kunne se en sammenheng mellom kjørelengde og stigning, og videre peke på at jo brattere stigningen er jo mer energi blir overført til det gravitasjonelle lageret. Elevene kan fra dette praktiske og illustrerende eksperimentet observere et fenomen som kan bidra til forståelse av energibegrepet.

5.1.4 Utvikling av de ulike delene ved undervisningsressursen

Videre for dette delkapittelet vil utviklingen av de ulike delene ved ressursen beskrives i den rekkefølgen de skal brukes ved arbeid med ressursen. Først beskrives del 1 – oppgaveheftet, deretter del 2 – faglig gjennomgang og til slutt del 3 – det praktiske eksperimentet. I tillegg blir lærerveiledningen beskrevet i korte trekk.

5.1.4.1 Utvikling av del 1 - oppgavehefte

Siden Bit:Boten skal brukes under *del 3* (det praktiske eksperimentet) forutsetter det at elevene har laget et program som kan brukes under arbeidet. For å støtte både læreren og elevene i å lage programmet for Bit:Boten, ble det utformet et digitalt oppgavehefte. Under utprøvingen med studentene i forberedelsesfasen observerte jeg at studentene var usikre på målet med oppgavene. En gruppe tolket oppgaven slik at de skulle få Bit:Boten til å stoppe helt ved kanten av bordet, uten at den kjørte utenfor. Basert på denne observasjonen ble oppgaveheftet utformet som et oppdrag med tydelige kriterier, slik at målet med oppgavene ble klarere. Det ble også presisert at Bit:Boten skulle stoppe et stykke før kanten, som et forebyggende tiltak mot at Bit:Boten kjørte over kanten og falt i gulvet. Oppgavene i oppgaveheftet ble utformet i sammenheng med de tre kriteriene for oppdraget som vises i figur 5.2. Ved å jobbe med oppgavene kunne elevene lage et program for Bit:Boten som kunne svare til de tre kriteriene for oppdraget.



Figur 5.2: Skjerm bilde av de tre kriteriene fra den første utgaven av oppgaveheftet som elevene fikk jobbe med.

Elevene skal gjennom oppgaveheftet programmere Bit:Boten til å kjøre i henhold til det praktiske eksperimentet. I tillegg utfordres elevene til å programmere inn brukervennlige funksjoner. Studien til Sentance et al. (2017) peker på at elevene kan se sammenhenger mellom det å programmere og lage digitale produkter, som forsterker relevansen av å kunne programmere. En av oppgavene og kriteriene innebærer at elevene skal programmere Bit:Boten, slik at de slipper å slå av og på strømmen for hver gang kjøreprogrammet skal gjentas. Dette kan gjøres ved å benytte seg av en rosa løkkekloss «når knapp A trykkes» som illustreres i figur 5.1. Denne oppgaven handler om å gjøre Bit:Boten mer brukervennlig, og som derfor kan legge opp til at elevene relaterer arbeidet med oppgaven til andre utfordringer i den virkelige verden (Sentance et al., 2017).

Ettersom oppgaveheftet er en forutsetning for det praktiske eksperimentet, foreligger det en risiko ved at elevene ikke rekker å løse oppgavene innen angitt tid. En uheldig konsekvens ved dette er at elevene ikke har forutsetningene for å gjennomføre det praktiske eksperimentet. Nivået på programmeringen og oppgavene ble derfor utformet på bakgrunn av erfaringer jeg hadde tilegnet meg fra praksis. Her både observerte og gjennomførte jeg en undervisningsøkt med programmering av micro:bit og Bit:Bot. Nivået ble med dette forsøkt tilpasset til elever med lite erfaring med programmering av micro:bit og Bit:Bot. I tillegg ble det lenket ved tips til noen av oppgavene som elevene kunne støtte seg på, med tanke på at ferdighets- og kunnskapsnivået innad en klasse kan variere. Videre ble det utformet en ekstra utfordring for elevene som ble fort ferdig med oppgave 1 og 2. Disse tilpasningene ble gjort for å sørge for at elevene fikk den støtten de trengte for å mestre oppgavene, og slik at de samtidig hadde forutsetningen som krevdes for å jobbe med det praktiske eksperimentet (Vygotsky et al., 1978).

Utfordringen nevnt i forrige avsnitt handler om å utvide programmet elevene lager i løpet av oppgave 1 og 2. Elevene utfordres til å fjernstyre Bit:Boten ved å bruke en ytterligere micro:bit som fjernkontroll. Med utfordringen kan elevene velge mellom tre muligheter med ulik vanskelighetsgrad, slik at de selv kan velge seg en utfordring innen for deres nærmeste utviklingszone (Vygotsky et al., 1978). Blant mulighetene elevene kan velge, omhandler en av dem å pusle sammen gitte klosser til et fungerende program. Denne oppgaven ble utformet med inspirasjon fra *Parsons puzzle*, en undervisningsmetode som innebærer å pusle sammen gitte klosser til et fungerende program (Gjøvik & Høyland, 2022). Bakgrunnen for at jeg valgte å la meg inspirere av denne metoden var fordi forskning peker på at motivasjonen for programmeringen kan øke og at den kognitive belastningen kan reduseres ved bruk av den metoden (Bender et al., 2023). Elevene må derfor pusle sammen to ulike program, et for fjernkontrollen (sender) og et for Bit:Boten (mottaker).

For arbeidet med oppgaveheftet er det lagt opp til parprogrammering. Parprogrammering er en anbefalt og forskningsbasert programmeringsmetode som har vist seg å ha gode effekter på elevens læring og forståelse (Haraldsrud et al., 2020). Ettersom programmeringen er en forutsetning for det praktiske eksperimentet, kan det resultere i et tidspress om å bli ferdig. Når tid er en begrenset faktor har forskning vist at parprogrammering kan være en hensiktsmessig strategi for å mestre oppgavene innen tidsrammen (Hannay et al., 2009). Under arbeidet skal elevene benytte seg av en datamaskin til å skrive kode på. Sentralt ved parprogrammering er diskusjonene innad i parene, der samspillet skal være dynamisk. Dette innebærer at elevene bytter på hvem som sitter foran datamaskinen og hvem som kommer med innspill (Haraldsrud et al., 2020). For å bidra til at elevene bytter roller underveis i arbeidet med oppgaveheftet, er det valgt å legge til *rollebytte* ved enkelte av oppgavene i oppgaveheftet. Rollebytte er også markert med rød skrift for at det skal bli enda tydeligere for elevene når det skal byttes roller, se figur 5.3. Dette er et pedagogisk grep for å forbygge at en elev tar styringen mens den andre eleven blir sittende passivt å se på (Gjøvik & Høyland, 2022).

b) Undersøke (Rollebytte)

1. Oppfyller **programmet** fra forrige oppgave det **1. kriteriet** for oppdraget? **Diskuter sammen i paret**

Figur 5.3: Skjermbilde fra oppgavehefte for å illustrere "Rollebytte" i rød uthevet skrift.

5.1.4.2 Utvikling av del 2 – faglig gjennomgang

Abrahams og Millar (2008) viser til at samspillet mellom observasjoner og ideer er sentralt ved naturvitenskapen, og Tiberghien (2000) følger opp med at praktisk arbeid er en metode for å hjelpe elevene med å se sammenhenger mellom observasjoner og vitenskapelige ideer. Abrahams og Millar (2008) viser i sin studie til et viktig forbehold ved praktisk arbeid, der observasjoner alene ikke er nok for at elevene skal kunne komme med forklarende ideer. Da jeg med denne undervisningsressursen har valgt å legge opp til praktisk arbeid med Bit:Bot, der elevene skal se sammenhenger mellom observasjoner fra arbeidet og ideer fra en modell for energi, forutsetter det at elevene har blitt presentert for disse ideene på forhånd av det praktiske arbeidet (Abrahams & Millar, 2008). Forskning viser også at bruk av mobile roboter sammen med spesifikke leksjoner kan øke elevens forståelse og læringsutbytte (Ferrarelli & Iocchi, 2021).

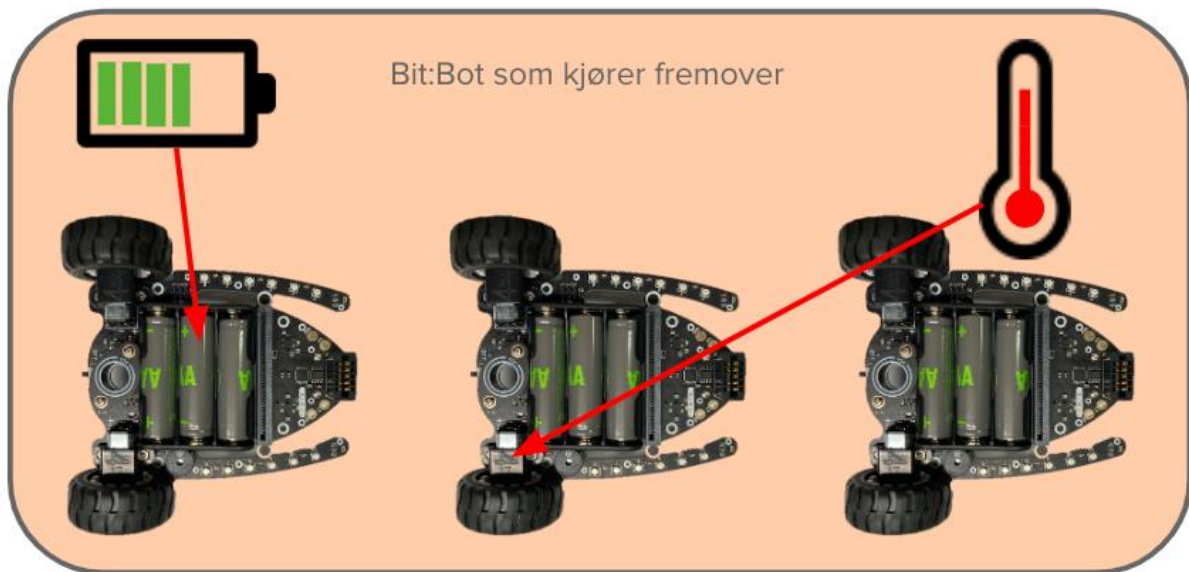
På bakgrunn av dette ble det valgt å utforme en faglig gjennomgang i form av en lysbildepresentasjon, med hensikt om å introdusere elevene for modellen for energi. I denne gjennomgangen har det blitt lagt opp til at elevene introduseres for tre av de ulike energilagrene, som de senere skal identifisere i det praktiske arbeidet med Bit:Boten. På denne måten ble ideene presentert i forkant av det praktiske arbeidet. Avgrensningen av de tre ulike energilagrene ble gjort med inspirasjon fra ressursen BEST (2019), med tanke om å begrense mengden informasjon ved å kun presentere de viktigste lagrene som det legges vekt på i det praktiske eksperimentet med Bit:Boten. I den faglige gjennomgangen går det nærmere inn på hvert av lagrene der egenskaper og kjennetegn presenteres i form av tekst med tilhørende bilde for å skape helhet (Mayer, 2009). Et viktig aspekt ved modellen for energi og det praktiske eksperimentet med Bit:Boten, er at elevene kan se at Bit:Boten øker sin høyde fra utgangspunktet når den kjører opp stigningene. Her kan man si at noe av energien fra batteriene som utnyttes for å kjøre opp stigningen overføres til det gravitasjonelle lageret. På bakgrunn av dette kan elevene se sammenhengen mellom kjørelengde og energi lagret i det gravitasjonelle lageret. Et annet pedagogisk grep som ble gjort under utviklingen av den faglige gjennomgangen, var å utforme flervalgsoppgaver knyttet til energilagrene, som skal løses i plenum. Her får elevene presentert et kjennetegn ved en type lagringsmåte og skal velge seg ett av tre alternativer for riktig svar. På denne måten får elevene repetert fagstoffet, samt at flervalgs-sekvensen kan bidra til å knytte fagstoffet bedre sammen (Pyc & Rawson, 2010; Angell et al., 2019). Videre ble det valgt å ha med denne spørsmålssekvensen for at læreren skal kunne få en indikasjon på om elevene har forstått de ulike energilagrene.

Fra utprøvingen sammen med studenter og faglæreren fikk jeg nyttige tilbakemeldinger som jeg kunne bruke for å utvikle ressursen videre. En av tilbakemeldingene var knyttet til visuelle virkemidler i den faglige gjennomgangen. Under utprøvingen med studentene hadde jeg valgt å benytte meg av et pedagogisk grep som innebar å bruke oransjefarget

væske som en representasjon for energi. For å illustrere lagring og overføring av energi brukte jeg ulike begerglass som representerte hvert sitt energilager. Bakgrunnen for dette valget var basert på en anbefaling av BEST (2019). Tilbakemeldingen fra studentene handlet om at visuelle faktorer, slik som den oransjefargede væsken, kunne bidra til å forsterke forståelsen for modellen. Samtidig mente de at dette kunne være et forstyrrende moment, som kunne stjele fokus fra å bygge forståelse for energilagrene. På bakgrunn av dette valgt jeg å ikke benytte meg av den oransjefargede vesken som en representasjon for energi og for å illustrere energilagring og -overføring. I tillegg savnet studentene en tydeligere gjennomgang av energilagrene, da de mente at det ble noe uklart hvordan man identifisere de ulike måtene energi kan lagres på. Dette var også en av årsakene til at introduksjonen av energilagrene ble beskrevet i forrige avsnitt.

Et annet viktig aspekt ved modellen for energi og det praktiske eksperimentet er at energien som er lagret i batteriene overføres til Bit:Botens deler når den kjører. Dette er en prosess som ikke er synlig og dermed ikke åpenbar for elevene. Millar (2005) peker på dette som en utfordring når man skal velge seg eksempler for å knytte modellen for energi til. Ved hjelp av for eksempel en infrarød termometer, kunne man ha sett at temperaturen til delene hadde økt. Samtidig ble det valgt å utelukke dette, da det forutsetter måleutstyr som skoler normalt ikke har tilgang til. Som et forebyggende tiltak ble det derfor utformet en enklere animasjon som læreren kunne støtte seg på under forklaringen av dette fenomenet. Slike animasjoner er i følge Mork og Erlie (2017) gode verktøy for læring, da de kan hjelpe elevene med å huske fagstoffet bedre.

Å knytte animasjoner til aktiviteter og oppgaver kan øke læringseffekten ytterligere (Angell et al., 2019). Derfor ble det valgt å bruke Bit:Boten som eksempel i animasjonen, da den skal brukes senere i det praktiske arbeidet. I animasjonen får elevene derfor se en Bit:Bot som kjører fremover og stopper. Her kan de se at batteriene «tappes» ved at batteriikonet mister noen streker og at temperaturen til motorene økes ved at den røde indikatoren i termometeret stiger, se figur 5.4. Samtidig med at animasjonen vises er det lagt opp til at læreren skal formidle fagstoffet. Bakgrunnen for dette valget er gjort i sammenheng med *modalitetsprinsippet* (Sweller et al., 2019). Når informasjon presenteres på to måter samtidig, bilde og fortellerstemme, kan det bli enklere for elevene å håndtere kompleks informasjon. Denne sekvensen med animasjonen kan også fungere som en start på veien mot å forstå *dissipasjon* av energi (Duit, 2014; Millar, 2005).



Figur 5.4: Illustrasjon av animasjonen i den faglige gjennomgangen for å se at energien fra batteriene overføres til Bit:Botens motorer og der det skjer en temperaturøkning.

For å hjelpe elevene mot en vitenskapelig forståelse av energibegrepet mener Millar (2014) at man bør starte med elevers hverdagsforståelse og bygge videre på disse. Mork og Erlie (2017) påpeker at i arbeidet med abstrakte begreper er det et behov for å bruke modeller som et virkemiddel for å få elevene til å «snakke» begrepene inn i sitt vokabular. For elevers begrepsutvikling spiller læreren en viktig rolle (Haug & Ødegaard, 2014). Læreren må utfordre elevene med å bruke begreper i ulike sammenhenger, slik som praktisk arbeid og diskusjoner. Derfor ble det valgt å legge opp til klasseromsdiskusjoner tidlig i gjennomgangen. Elevene skal blant annet diskutere og komme med eksempler på situasjoner der de bruker ordet energi, som kan diskuteres i fellesskap. Med dette kan læreren også få et innblikk i elevenes hverdagsforestillinger til energibegrepet, som kan brukes som utgangspunkt for utvikling av forståelse. Videre ble det lagt opp til at elevene skulle reflektere og diskutere over utsagnet: «*det må finnes et lager av energi en plass for å få noe til å skje*». Hensikten med denne sekvensen var for det første å lede elevene inn mot modellen for energi (BEST, 2019), og for det andre å generalisere for å se at utsagnet kan gjelde for andre situasjoner og ikke bare for Bit:Boten med batteriene sine.

Duit (1987) presiserer også at en modellering av energibegrepet som et quasi-materielt stoff må brukes med forsiktighet, da modellen kan få elevene til å tro at energi er noe konkret. Millar (2005) er tydelig på at undervisning av energi må kunne bidra til å danne et grunnlag for vitenskapelig forståelse. Derfor ble det valgt å ha med en presentasjonssekvens av tre sentrale vitenskapelige ideer som modellen for energi bygger på (BEST, 2019). Dette for at elevene skal forstå at dette er en modell for energi, men også for at elevene skal kunne kaste et blikk over de vitenskapelige ideene som ligger til grunn, og videre bygge en vitenskapelig forståelse for energibegrepet.

5.1.4.3 Utvikling av del 3 – det praktiske eksperimentet

Det praktiske eksperimentet kan sies å utgjøre kjernen for denne undervisningsressursen, da de andre to delene ble utviklet med denne delen som utgangspunkt. I korte trekk handlet det praktiske eksperimentet om at elevene skulle bruke den programmerte Bit:Boten, som kunne kjøre fra den ene enden av pulten til den andre, for å undersøke kjørelengder ved ulike stigninger. Beskrivelsen for eksperimentet ble blant annet utformet i lys av det første nivået ved det analytiske rammeverket til Abrahams og Millar (2008). For å sikre meg at elevene skulle gjøre seg de tiltenkte observasjonene og erfaringene, ble det valgt å utforme en beskrivelse, samt presisere viktige momenter ved arbeidet der de skulle gjøre seg målinger. I tillegg valgte jeg å ha med en tabell for å støtte elevene i arbeidet med eksperimentet. Tabellen kan ses på som en medierende artefakt for å støtte elevens læring i den nærmeste utviklingssonen (Vygotsky et al., 1978). Videre ble tabellen utformet med eksempler for at elevene skal kunne se hvilke målinger de skal gjøre og dermed hvordan eksperimentet lar seg gjennomføre. Formålet med tabellen er å støtte elevene slik at de kan mestre det praktiske eksperimentet og gjøre seg de viktige observasjonene (Knain et al., 2019). Målingene elevene noterer seg underveis kan bidra med å underbygge observasjonene. Denne innsamlingen av data kan kategoriseres som en kritisk fase, og for å heve kvaliteten på arbeidet ble det derfor brukt tabell som støttestruktur (Knain et al., 2019).

5.1.4.4 Utvikling av lærerveiledning

Under utviklingsprosessen ble det laget en enkel lærerveiledning som ikke ble vektlagt i like stor grad som de andre delene ved ressursen. I lys av en travel lærerhverdag ble det forsøkt å ta hensyn til lærernes manglende forberedelsestid, og på bakgrunn av dette ble det valgt å ikke utvikle en altfor detaljert lærerveiledning. Formålet med veiledningen var å vise læreren hvordan man kunne bruke undervisningsressursen, og samtidig ikke å overvelde læreren med ytterligere informasjon. De ulike delene ved undervisningsressursen er ganske selvforklarende, og under del 2 – den faglige gjennomgangen er det lagt til presentasjonsnotater under hvert lysbilde som læreren kan støtte seg på. I lærerveiledningen fremkommer det hvordan opplegget for undervisningsressursen er strukturert og hvordan man jobber med de ulike delene. Det ble også valgt å beskrive terminologien som er ønskelig at elevene skal bruke under programmeringen. I tillegg ble det valgt å beskrive fysikken bak modellen i lærerveiledningen. Med utgangspunkt i de vitenskapelige ideene tilhørende ressursen BEST (2019), beskrives fysikken og modellen slik at læreren kan tilegne seg den grunnleggende forståelsen for ideene bak modellen som elevene skal forstå og bruke under arbeidet.

5.2 Utprøving av undervisningsressurs

I dette kapittelet vil det redegjøres for utprøvingen av undervisningsressursen. Her vil det komme frem hvilke deler som ble prøvd ut og hvilke utfordringer som oppsto underveis.

Læreren som jeg hadde inngått et samarbeid med fikk undervisningsressursen tilsendt fem dager før utprøvingen skulle skje. Læreren hadde med dette noe tid til å forberede seg, og muligheten til å stille spørsmål og gjøre eventuelle endringer i forkant av utprøvingen. Det ble avholdt et digitalt møte før utprøvingen, der vi gikk igjennom opplegget og hvilke deler læreren skulle forberede seg på. Under dette møte uttrykket læreren en bekymring for den faglige gjennomgangen der hun følte seg usikker med tanke på gjennomføringen. Hun ønsket at jeg skulle gjennomføre denne delen, men etter at læreren i større grad hadde satt seg inn i innholdet og sett i lærerveiledningen kommenterte hun at det ikke var så ille som først antatt.

Utprøvingen av undervisningsressursen ble gjennomført med en 6.klasse. Her var det satt av en lengre undervisningsøkt, tilsvarende to hele klokketimer til arbeid med opplegget. Her er det viktig å nevne at det ble lagt inn en pause midt i arbeidet, og at innen tidsrammen skulle det både deles ut og samles inn utstyr. Under oppstarten ble det gitt informasjon om prosjektet mitt og bakgrunnen for min tilstedeværelse. Læreren lot elevene få velge partnere selv. Etter at parene hadde satt seg sammen gjennomgikk hun beskrivelsen for oppdraget i fellesskap. Her presiserte hun viktigheten ved kriteriene for oppdraget, og knyttet det til andre situasjoner slik som en sjokoladefabrikk, der de også må forholde seg til kriterier. Oppgaveheftet ble delt med elevene på Classroom, slik at de kunne jobbe med heftet digitalt. Dette var viktig fordi tips og deler tilhørende utfordringen var lenket ved i oppgaveheftet. Etter beskrivelsen av oppdraget ble det delt ut det nødvendige utstyret.

En uventet hendelse som oppsto under utprøvingen, var at elevene ikke fikk åpnet tipsene som var lenket ved i oppgaveheftet. Årsaken til dette var tilgangsbegrensninger fra skolens side, som ikke lot seg ordne under utprøvingen. Dette var uventet ettersom gjennomføringen med studentene i forberedelsesfasen gikk greit for seg uten lignende problemer. Arbeidet med oppgaveheftet viste seg å kreve lengre tid enn tidsrammen på 40 minutter. Det ble derfor valgt, i samråd med læreren, å gi elevene ekstra tid for å gjøre seg ferdig med oppgavene. Dette fordi elevene skulle ha forutsetningene for å gjennomføre det praktiske eksperimentet. Selv med ekstra tid observerte jeg at ikke alle parene hadde klart å lage et tilstrekkelig program for Bit:Boten etter å ha jobbet med oppgavene. Jeg og læreren ble derfor enige om å vise elevene et løsningsforslag på smarttavlen. Dette ble gjort for å sikre at alle parene hadde forutsetningen for det praktiske eksperimentet. På grunn av tidsmangel og at læreren var usikker på løsningsforslaget, ble vi enige om at jeg tok over og viste elevene dette på smarttavlen.

Arbeidet med oppgaveheftet tok lengre tid enn planlagt. Dette gikk på bekostning av de andre delene, og jeg måtte prioritere hvilke deler jeg ønsket å få testet ut ved denne utprøvingen. Derfor ble det valgt å prøve ut del 3 – det praktiske eksperimentet, for å undersøke om 6.trinnslever kunne gjøre seg de tiltenkte observasjonene som er sentralt for denne undervisningsressursen. Denne prioriteringen medførte at det ikke ble tid til å prøve ut del 2 – den faglige gjennomgangen. Elevparene fikk utdelt hver sin beskrivelse av det praktiske eksperimentet, fordi elevene skulle ha mulighet til å notere ned kjørelengder i den tilhørende tabellen. I likhet med oppgavehefte gikk læreren igjennom beskrivelsen for det praktiske eksperimentet i fellesskap med klassen. Under

gjennomgangen av beskrivelsen, presiserte læreren blant annet tabellen som elevene skulle bruke, samt at elevene kunne bruke sine egne lærebøker for å bygge under beina på pulten for å lage stigningene. Ettersom arbeidet med oppgaveheftet opptok mer tid enn planlagt, fikk også elevene begrenset med tid til å gjennomføre det praktiske eksperimentet. Dette resulterte i at det ble begrenset med tid til å diskutere arbeidet og observasjonene som elevene hadde gjort seg.

5.3 Evaluering av ressursen

Med dette kapitlet er jeg over i det som Bjørndal (2013) beskriver som den retrospektive analysen. Her vil evalueringen av undervisningsressursen og de ulike delene beskrives. Evalueringen har blitt gjort i lys av observasjonene fra utprøvingen og samtalen med læreren i etterkant. Dette kapitlet er strukturert etter de viktigste kategoriene fra analysen. Underkategoriene fra analysen vil også bli belyst, skrevet i kursiv, løpende i teksten. Denne evalueringen utgjør grunnlaget for endringene som beskrives i neste kapittel 5.4 endringer basert på data og litteratur.

5.3.1 Omfang undervisningsressurs

Naturlig nok handler en av kategoriene fra analysen om undervisningsressursens omfang, ettersom vi diskuterte undervisningsressursen og utprøvingen av den. Læreren mente at jeg har laget en *omfattende undervisningsressurs* (underkategori), og som hun opplevde at var mer omfattende enn hun først antok. Her pekte hun på at den tar for seg flere naturfaglige tema, i tillegg til at den er *tverrfaglig* (en annen underkategori).

«Det første inntrykket mitt var jo at det du hadde laget var veldig nøye og omfattelig. (...) Men det som er bra er jo at den bytter jo opp, at det blir veldig sånn tverrfaglig at du får inn både målinger og at du får inn den energi-biten».

Ikke overraskende kreves det *mer tid til gjennomføring*. Læreren mente at det ble litt for mye for en økt. Dette samsvarer med den klareste observasjonen jeg gjorde fra utprøvingen, der det ikke er tilstrekkelig med 2 timer for å gjennomføre alle delene ved undervisningsressursen. Læreren mente i likhet med meg at det var nødvendig med flere økter for gjennomføring, og kommenterte:

«Men jeg tror jeg ville... Du kunne jo fint ha brukt to økter».

Her tolker jeg det som om læreren mener en dobling av tidsrammen, altså 4 timer.

5.3.2 Oppgavehefte

En av tidstyvene under utprøvingen var arbeidet med oppgaveheftet. Under samtalen med læreren ble det diskutert hvorfor arbeidet tok lengre tid enn planlagt. Noe av det som ble diskutert var behovet for *mer lærerstyring eller struktur*. Læreren påpekte at selvstendig oppgavejobbing over en lengre periode ikke egner seg for sjetteklassinger. Hun sa blant annet:

«Ja, for du hadde jo skrevet at de skulle bare holde på fritt i 40 minutter. Det er for lenge når man går i sjette, å holde på bare sånn fritt. Da sklir det ut. ... de kan holde på fritt, men fritt sånn etappevis, at du stopper litt».

Med tanke på lærerstyring kommenterte læreren i forkant av utprøvingen at hun kom til å gjennomgå oppgave 1, a), sammen med elevene, der de skulle få Bit:Boten til å kjøre

fra den ene siden av bordpulten til den andre ved å gjøre endringer på kjøretid i kjørekløssen. Under utprøvingen valgte læreren derimot å la elevene jobbe selvstendig med oppgaveheftet fra start av, der hun henvendte seg til meg for å høre om dette var den opprinnelige tanken. Under samtalen spurte jeg hvorfor læreren gikk bort fra dette. Da svarte hun:

«Jeg tror det var et ubevisst valg for å komme i gang, egentlig. Jeg tror ikke jeg tenkte på det. (...) Det var for å prøve den biten, og at jeg kanskje også overvurderte dem, at jeg tenkte at nå står det der. (...) Jo, det hadde kanskje vært lurt det, å ta det sammen først. (...) Ja, det er det jeg gjør på de andre, da».

Her kommer det frem at det var et ubevisst valg, og at hun under utprøvingen ble farget av mine planer ved gjennomføringen, der hun også overvurderte elevene. Hun mente også at dette er noe hun burde ha gjort og at dette er noe hun vanligvis bruker å gjøre med andre programmeringsressurser.

En observasjon jeg gjorde meg tidlig i arbeidet med oppgavehefte var at flere av parene hadde spørsmål til hva de skulle gjøre. I tillegg observerte jeg også noen par som gjorde andre ting enn det som sto i oppgaveheftet, for eksempel å programmere regnbuelys på Bit:Boten. Etter å ha vært innom disse parene fikk jeg inntrykk av at de ikke hadde lest i oppgaveheftet, noe elevene selv kunne bekrefte. Selv oppfattet jeg læreren som tydelig under oppstarten, der det også ble presisert at elevene måtte lese og jobbe med oppgaveheftet. Under samtalen ble det diskutert hvilke utfordringer læreren erfarte med undervisningsressursen, der hun mente at det ble for *mye tekst*:

«Ja, den delen med at man leser i oppskrift. Også var den oppskriften kanskje mye da. At det blir for mye. Og spesielt hvis du har lesevansker og litt sånne ting. (...) Det blir mye tekst til noen da, men ja, spesielt til dem som er litt umodne og sånn da».

Her tolker jeg det som om hun mente at oppgavehefte kan oppleves som en oppskrift som skal leses i. Videre mente hun at det ble for mye tekst, spesielt for de elevene som har lesevansker. Dette kan underbygge observasjonen min av elever som slet med å komme i gang med arbeidet, der jeg fikk vite at de ikke hadde lest i oppgaveheftet.

En annen mulig årsak til at arbeidet med oppgaveheftet tok lengre tid enn planlagt, kan være at elevene ikke fikk åpnet tipsene jeg hadde lenket ved. Tipsene skulle fungere som støtte til arbeidet. Selv om de ikke hadde tilgang til tipsene, lyktes mange av elevparene med oppgavene. Samtidig ble jeg også gående rundt å hjelpe elevene med oppgavene, i større grad enn det jeg hadde planlagt på forhånd. Hadde elevene hatt tilgang til tipsene, mener jeg at de kunne ha mestret oppgavene uten hjelp fra en voksen. Læreren mente også at dette kan ha vært en avgjørende faktor for at tidskjemaet skar seg. En *tilpasning* som ble gjort var å gi elevene ekstra tid for å gjøre seg ferdig med oppgavene. Dette var også noe som ble diskutert under samtalen, der læreren kommenterte at hun har en litt annen tilnærming enn meg:

«Så da må man ta valget. Men du er veldig... der kan i alle fall jeg bli stresset, så sier jeg at vi går videre. Men du venter likevel til alle skal få det til».

Selv med ekstra tid observerte jeg at ikke alle parene hadde tilstrekkelige program i det tidsfristen nærmet seg. Derfor ble det gjort en ytterligere *tilpasning*, der jeg valgte å vise elevene et løsningsforslag på programmet som skulle svare til oppdraget i oppgavehefte. Dette ble også gjort som en kompensasjon ettersom elevene ikke fikk åpnet tipsene. Jeg

var nysgjerrig på lærerens tanker og meninger til denne sekvensen, og ønsket derfor tilbakemeldinger på denne tilpasningen. Her sa læreren:

«Det var ikke noe dumt med å ha den gjennomgangen. Men så gjorde du jo litt for at det var dårlig tid, og for å gi dem litt mer... Ja, støtte, da, for å mestre det da».

Rollebytte var også et fokus under oppgavejobbingen. Læreren syntes det var et godt grep å ha med rollebytte, og pekte spesielt på ett elevpar der dette tiltaket kunne forebygges at en elev ble sittende foran datamaskinen hele timen. Samtidig observerte læreren i likhet med meg at ikke alle elevparene praktiserte rollebytte.

«Også synes jeg jo det var bra at du har den biten med rollebytte. Men jeg så at det var ikke rollebytte på alle like mye, da».

Under samtalen ble det diskutert hvordan man i større grad kunne sikret at elevene gjennomførte rollebytte. Et forslag fra læreren er at man bare må si det, i stedet for at elevene skal lese det fra oppgavehefte. Samtidig indikerte hun til at dette er noe læreren bør ta kontroll over, og tilse at elevene faktisk gjennomfører rollebytte.

«Nesten så du hadde måtte si det. Nesten sånn, rollebytte, så ser du at dem... en liten oppsummering. Husk på rollebytte, husk på rollebytte, så må jeg bare si det».

Selv om ikke alt gikk som planlagt, erfarte jeg likevel at mange elever opplevde mestring under arbeidet med oppgaveheftet, noe læreren også viste til. Læreren poengterte også at noen av parene ble utålmodig med en av de første oppgavene, der de skulle få Bit:Boten til å stoppe før bordkanten. Når parene derimot hadde fått den til å stoppe, var gleden stor.

«Men alle, jeg mener at alle i det rommet opplevde mestring. (...) Også merket jeg at noen var litt utålmodig, at det var så lang sekvens med den «start-stopp» før de fikk det til. Men igjen, når de fikk til dette, så var jo gleden kjempestor».

I sammenheng med dette kom det også frem under samtalen at læreren mente at oppgaveheftet er mer *utforskende* enn de andre ressursene som hun støtter seg på. Knyttet til den samme oppgaven som det snakkes om i sitatet ovenfor, forklarte læreren hva hun mente var utforskende ved dette oppgaveheftet. Her pekte hun på det at elevene ikke fikk vite at de måtte justere antall millisekund i kjøreklossen, men at de måtte finne ut av dette selv.

«Det som er forskjellen på det som jeg bruker da, det er at du hadde kanskje enda mer fokus på den utforskningsbiten. (...) de fikk ikke til å stoppe. Også var det jo for at de hadde på feil millisekund. Kanskje på de andre videoene, så er det mer sånn at de sier litt».

Lærerens inntrykk av *arbeidet med oppgavehefte* (nytt undertema) var at alle elevene var aktive og at ingen elever meldte seg ut. Dette inntrykket deler jeg med læreren, der jeg ikke kunne observere noen elever som ikke ville delta. Et forbehold til denne observasjonen var at jeg ikke kunne følge med på alle parene til enhver tid. Likevel virket det som om programmering er motiverende. I starten av arbeidet med oppgavehefte observerte jeg at de fleste parene hadde programmert regnbuelys på Bit:Boten. Dette var også noe læreren fikk med seg og viste til at elevene synes programmering er spennende:

«Du hører jo de er veldig på disse lysdiodene, og så de sensorene... de vil gjøre det enda mer spennende, vet du. De vil at den skal snurre og».

Om man ser undertemaet, *mye tekst*, i sammenheng med avsnittet ovenfor, kan det se ut til at elevene var såpass interesserte og nysgjerrige på programmeringen, og at dette opptok det meste av oppmerksomheten fra oppgavehefte. Et sitat fra læreren under samtalen indikerer til dette:

«For de vil bare gjøre det, vet du, ikke sant? De vil ikke lese, de vil bare... starte. Og så er det noe positivt og negativt med det også, men det er jo grunnen».

5.3.3 Faglig gjennomgang

Selv om det ikke ble tid til den faglige gjennomgangen under utprøvingen, ble den likevel diskutert under samtalen med læreren. I forkant av utprøvingen var læreren noe usikker på den faglige gjennomgangen. Etter at hun hadde satt seg inn i innholdet mente hun at den faglige gjennomgangen *ikke var så omfattende som først antatt*. Et annet inntrykk læreren fikk av den faglige gjennomgangen, var at det var mange spørsmål og en del informasjon. Hun indikerte til en bekymring for elevenes konsentrasjon i forkant av utprøvingen. Det kom frem at klassen liker å diskutere, men at det samtidig er viktig å *begrense informasjonen*.

«Men det var ganske mange spørsmål egentlig. (...) For at de liker jo å diskutere, og det er bra. Men når du liksom har stilt et visst antall spørsmål da. Det er liksom å begrense den info-biten også».

Samtidig mente hun at man fint kan dele opp gjennomgangen, der man plukker ut det som ikke er nødvendig, og på denne måten tilpasser det til sin egen elevgruppe. Selv om den faglige gjennomgangen ikke ble prøvd ut, har jeg på bakgrunn av samtalen med læreren reflektert over innholdet i den faglige gjennomgangen. I ettertid stiller jeg meg noe kritisk til den sekvensen av den faglige gjennomgangen hvor modellen forklares i lys av de vitenskapelige ideene. I ettertid ser jeg at denne sekvensen kan bli for mye og samtidig motarbeide hensikten med å benytte modellen for energibegrepet. Formålet med modellen er trossalt å forenkle og konkretisere noen aspekter ved energibegrepet, slik at energibegrepet kan bli mer overkommelig og mottakelig for elevene, og med tanke på å utvikle en vitenskapelig forståelse for energibegrepet.

5.3.4 Kombinere programmering og energi

I sammenheng med diskusjonen av den faglige gjennomgangen kommenterte læreren at jeg med denne undervisningsressursen *kombinerer flere tema* innen naturfaget. Hun fortsetter med at denne undervisningsressursen har et mer *teoretisk fokus*. Her sammenligner hun denne ressursen med andre programmeringsressurser som hun har erfaring med. Jeg tolker det slik at hun mener at jeg har koblet programmeringen til teori, noe programmeringsressursene hun bruker ikke gjør.

«For hvis jeg hadde hatt det, så hadde jeg kanskje bare tatt den programmerings-biten, ikke sant? Men nå fikk du inn flere emner da, innen naturfaget. (...) Så dine er jo mer teoretisk egentlig enn deres. De har mer bare akkurat det du skal gjøre ... Ting man kan gjøre, mens du har jo koblet det til en mer teori-del også».

5.3.5 Praktisk eksperiment

Under utprøvingen ble det også tid til å jobbe med det praktiske eksperimentet. Fra samtalen mente læreren at denne delen ved undervisningsressursen var den mest spennende og artigste aktiviteten. Bakgrunnen for dette virket å handle om at elevene fikk jobbe videre med Bit:Boten og kombinere den med nye elementer som blant annet å bygge oppoverbakken.

«Det var veldig artig å bygge den oppoverbakken, rett og slett. (...) Ja. Med litt sånne nye elementer som gjorde det litt spennende».

Under arbeidet med det praktiske eksperimentet virket det som noen av gruppene hadde en annen tilnærming til arbeidet. For meg virket det som om enkelte av parene trodde det var en konkurranse om å lage den bratteste stigningen. Her observerte jeg elever som var raskt ute med å hente bøker som de kunne bruke for å stable under beina på pulten. Denne observasjonen hadde også læreren fått med seg, der hun samtidig mente at dette handlet om elevenes alder.

«Ja, for du skal jo liksom, stigning 1, stigning 2. Men her gikk vi egentlig for Mount Everest på en gang. Det ble veldig fokus på å finne mange bøker. Men det har med alder å gjøre».

Selv om noen elevpar hadde en annen tilnærming til oppgaven, fikk jeg også inntrykket av at de hadde forstått viktige momenter ved eksperimentet. Deriblant kunne jeg se at elevene merket av kjørelengden og at de startet Bit:Boten fra samme plass for hver kjøretur. Under arbeidet var jeg innom for å snakke med en av disse parene, der jeg fikk bekreftet at de hadde merket av kjørelengden underveis, men at de ventet med å måle til de var ferdige med kjøringen. Denne observasjonen ble også pekt på av læreren under samtalen, der hun hadde merket seg spesielt en guttegruppe:

«Guttene gjorde det jo, men det var ikke fokus på å skrive ned noen resultater sånn forskningsmessig. (...) De ville bare gjøre det de da. Men de fant jo ut det samme, de».

Fra sitatet ovenfor tolker jeg det som om elevparet kunne gjøre seg de samme observasjonene som de andre parene, selv med en annen tilnærming til arbeidet. Det viktigste med det praktiske eksperimentet var at elevene kunne gjøre seg observasjonen av at kjørelengden ble kortere når stigningen økte. Et inntrykk jeg hadde fra utprøvingen var at flesteparten av parene fulgte beskrivelsen som tiltenkt, der de også støttet seg på tabellen for å notere ned målingene sine. Underveis i arbeidet var jeg innom en del av parene for å se på notatene deres. Her kunne jeg se at notatene deres pekte på at kjørelengden ble kortere når stigningen økte. Derfor mener jeg i ettertid at elevene med dette praktiske eksperimentet kan gjøre seg den tiltenkte observasjonen. Dette virker å være noe læreren er enig med meg i, der hun mente at elevene fikk med seg «hovedessensen». Her tolker jeg «hovedessensen» som om at elevene skjønnte at kjørelengden til Bit:Boten ble kortere når stigningen økte.

«Men jeg tror de fikk med seg hovedessensen med det at du bruker, den forskjellen i energi, at den kom seg kortere og sånt. Det tror jeg de fikk med seg. (...) Så dem fikk til noe da. Og jeg tror alle skjønnte noe om at den går kortere når den går oppover. Så hovedessensen fikk dem med seg».

Samtidig hadde ikke elevene forutsetningene for å knytte observasjonene til modellen for energi, da den faglige gjennomgangen utgikk på grunn av tidsmangel. Derfor er jeg i tvil om at elevene kunne se sammenhenger mellom observasjonene fra eksperimentet og til energi. Dette er noe læreren også bekreftet under samtalen når vi diskuterte gjennomføringen av det praktiske eksperimentet.

«Men så tror jeg ikke de tenkte sånn super mye over den energibiten i den forstand».

En annen interessant observasjon jeg gjorde meg under utprøvingen var en gruppe som hadde tolket eksperimentet slik at de skulle starte på toppen av bakken og kjøre ned stigningen. Denne gruppen observerte at Bit:Boten økte sin kjørelengde når den kjørte nedover. Dette var ikke noe jeg hadde tenkt over på forhånd, men som jeg anerkjente som en mulighet for å utvide det praktiske eksperimentet.

5.3.6 Forberedelse

Forberedelse ble også en av kategoriene fra analysen, da dette er en viktig forutsetning for gjennomføring av undervisningsressursen. Under samtalen diskuterte vi hvilke endringer som burde gjøres før en eventuell neste utprøving. Her erkjente læreren at hun skulle ha *brukt lengre tid på forberedelse*. Hun trakk frem lærerveiledningen og pekte på at mange av spørsmålene hun hadde til meg i forkant av utprøvingen, kunne hun ha fått besvart ved å bruke lærerveiledningen i større grad.

«Det er det at jeg skal ha brukt lengre tid. Mange av spørsmålene jeg hadde til deg, var jo i veiledningen».

En annen tilbakemelding fra læreren i forbindelse med forberedelsen, var at det ble *mange dokumenter og mapper* å åpne. Her tolker jeg det som om at undervisningsressursen og de tilhørende delene ble noe uoversiktlig fremstilt. Samtidig mente læreren at dette handler om hennes tidsressurs, der hun burde ha brukt mer tid på forberedelse. Hun forsetter med at det ideelle hadde vært å gjennomføre de ulike delene på forhånd av utprøvingen.

«Men har jeg, eller det ideelle er jo at jeg har kjørt opplegget ditt først, ikke sant? At jeg har prøvd med bøker, uten bøker, prøvd med målbånd. Det lønner seg alltid å prøve opplegget selv».

5.4 Endringer basert på data og litteratur

I dette delkapittelet vil endringene som har blitt gjort, og de mulige endringene som burde gjøres med undervisningsressursen i forkant av en neste utviklingsressurs, beskrives. Endringene av undervisningsressursen har blitt gjort på bakgrunn av relevant forskning og med utgangspunkt i evalueringen fra forrige kapittel.

5.4.1 Del 1 – Oppgavehefte

En av de første endringene jeg gjorde var å redusere mengden tekst i oppgavehefte, da jeg erfarte under utprøvingen at elevene brukte lang tid på å komme i gang og at de ikke hadde lest i oppgavehefte. *Mye tekst* var en av underkategoriene fra analysen, der læreren mente at «oppskriften» ble litt mye, og pekte på at det kunne bli for mye tekst. Sett i sammenheng med det teoretiske rammeverket knyttet til kognitiv belastning (Sweller et al., 2019), kan man tenke seg at for mye tekst er et forstyrrende moment som kan bidra til å øke den kognitive belastning. Dette kommer av hvordan oppgavene er presentert. Videre kan denne problemstillingen knyttes til *overflødighetseffekten* (Sweller et al., 2019), der ekstra informasjonen vil kunne overbelaste arbeidsminne, som dermed hindrer elevens læring og mestringsopplevelse med oppgavene (CESE, 2018). Jeg har derfor forsøkt å redusere mengden tekst uten at det går på bekostning av innholdet, samt strukturen i oppgavehefte der jeg har latt meg inspirere av PRIMM (Sentance & Waite, 2017; Sentance et al., 2019). Det kan også nevnes at jeg reduserte antall oppgaver og forsøkte å rydde i den visuelle fremstillingen, der jeg valgte å bruke samme skrifttype og farger. Figur 5.5 illustrerer endringen som har blitt gjort, der bilde til venstre er av den første utgaven og bilde til høyre den reviderte utgaven.

a) Forutsi og kjør

ved start
velg BitBot modell XL
kjør framover med fart 40 % i 1000000000 millisekund

Ovenfor har vi et eksempel på et **program** med én **kodeblokk**, bestående av totalt tre ulike **klosser**.

1. Forklar for hverandre funksjonen til de ulike **klossene** og hvordan disse sammen i en **kodeblokk** fungerer. Da har dere et godt grunnlag for å forutsi hva som skjer når **programmet** kjøres.
Diskuter sammen i parene
2. Last ned programmet til micro:bit og koble sammen med Bit:Bot.
NB: Micro:Bit skal sitte med "ansiktet" rettet fremover i Bit:Boten.

[Lenke til program](#)

[Rediger](#) → trykk på "Rediger" opp i høyre hjørnet

a) Forutsi og kjør

ved start
velg BitBot modell XL
kjør framover med fart 40 % i 1000000000 millisekund

Her har vi en **kodeblokk** som består av tre ulike **klosser**, som utgjør et **program** for Bit:Bot.

1. Dere skal starte med å **forklare** for hverandre hva dere tror programmet ovenfor vil gjøre?
2. Deretter skal dere laste ned programmet og prøve det ut:

[Lenke til program](#)

[Rediger](#) → trykk på "Rediger" opp i høyre hjørnet

NB: Micro:Bit skal sitte med "ansiktet" rettet fremover i Bit:Boten.

Figur 5.5: Bilde til venstre er av den første utgaven og bilde til høyre er den reviderte utgaven. Her har det blitt ryddet i den visuelle fremstillingen og redusert mengden tekst.

Under utprøvingen fikk ikke elevene benyttet seg av tispene som jeg hadde lenket ved i oppgaveheftet. Dette kan ha vært en av årsakene til at arbeidet med oppgaveheftet tok lengre tid enn planlagt. Samtidig fikk ikke elevene den støtten som de kanskje hadde trengt for å mestre oppgavene uten hjelp fra en voksen (Vygotsky et al., 1978). For å forebygge at dette kan skje ved en neste utprøving, valgte jeg å legge ved tipsene nederst i samme dokument som oppgavene. Med dette kan elevene enten skrolle ned i dokumentet eller trykke på «tipsknappene», som jeg lenket til tipsene ved bruk av bokmerker. I likhet med oppgavehefte ble det også gjort et arbeid med å redusere mengden tekst og rydde i den visuelle fremstillingen i tipsene.

En tilpasning som ble gjort under utprøvingen var å vise elevene et løsningsforslag av et program for Bit:Boten. Å vise elevene et ferdig program som elevene skal lage en lignende variant av, er en undervisningsstrategi som Gjøvik og Høyland (2022) viser til, når man skal programmere i undervisningen. Videre kan dette ses i sammenheng med undervisningseffekten *ferdigløste eksempler* (Sweller et al., 2019), som handler om å vise elevene et løsningsforslag, som elevene kan studere for å få innsikt i programmets struktur og underliggende konsepter. Dette er en undervisningseffekt for å redusere den kognitive belastningen. Jeg valgte derfor å utforme et løsningsforslag som læren kan støtte seg på under arbeidet med oppgavehefte. Læreren kan for eksempel vise elevene løsningsforslaget i forkant av arbeidet og la elevene lage et lignende program, eller læreren kan vise elevene løsningsforslaget, slik som jeg gjorde, i forkant av arbeidet med de andre delene. Løsningsforslaget er lenket ved i lærerveiledningen under kapitlet *gjennomføring*.

5.4.2 Del 2 – Den faglige gjennomgangen

På bakgrunn av evalueringen av den faglige gjennomgangen har det blitt valgt å ta bort forklaringssekvensen der de vitenskapelige ideene presenteres. Figur 5.6 illustrerer et lysbilde med de tre vitenskapelige ideene som ble valgt å ta bort. Dette ble tatt bort fordi jeg i ettertid har innsett at jeg motarbeider formålet med modellen. Som det har blitt indikert til tidligere er hensikten med modellen å konkretisere det abstrakte energibegrepet (Duit, 1987; Lawrence, 2007; Millar, 2014; Millar, 2005). Informasjonen fra denne lysbildesekvensen kunne potensielt ha resultert i kognitiv overbelastning for elevene (Sweller et al., 2019), og kan ses på som overflødig og unødvendig informasjon for å forstå modellen for energi. Derfor ble det valgt å gjøre en del endringer i lysbildepresentasjonen, tilhørende del 2 – den faglige gjennomgangen. Animasjonen som var utviklet var en del av lysbildesekvensen som ble valgt å ta bort. Likevel valgte jeg å beholde animasjonen, da den er avgjørende for å forstå at noe av energien fra batteriene vil overføres til Bit:Botens deler, der temperaturen øker.

Del 2 - Hva er egentlig energi?

Det er ikke så lett å si hva energi er, spesielt når vi ikke kan se eller røre på energi



Først: hva er et system?

Det vi vet om energi:

1. energi er en egenskap ved et system
2. når det skjer en endring i systemet, så endres også energien.
3. Ved en endring i et system så vil energien alltid være bevart.

Figur 5.6: Skjerm bilde av lysbilde fra presentasjon laget for den faglige gjennomgangen. Her ble tre vitenskapelige ideer knyttet til energibegrepet presentert.

5.4.3 Del 3 – Det praktiske eksperimentet

Evalueringen av det praktiske eksperimentet viste at elevene kunne gjøre seg de tiltenkte observasjonene ved å bruke Bit:Boten og de andre materialene som tiltenkt. Derfor har det ikke blitt valgt å gjøre store endringer med det praktiske eksperimentet. Samtidig oppsto det en interessant situasjon da en av gruppene misforsto beskrivelsen av eksperimentet, og kjørte Bit:Boten nedover i stedet for oppover. I ettertid vurderer jeg dette som en utmerket observasjon, som kan være et supplement til det praktiske eksperimentet. Situasjonen endres der Bit:Boten kan sies å ha lagret energi i to ulike lagre i forkant av kjøringen, og som dermed resulterer i at kjørelengden øker jo brattere nedstigningen er. Elevene kan med dette knytte modellen for energi til en annen situasjon, der de vil kunne observere det motsatte fra det første eksperimentet. Dette har ført til en utvidelse av det praktiske eksperimentet, som læreren kan supplere med ved behov og tid. I tråd med Millar (2005) sin anbefaling om å velge gode eksempler når man skal benytte seg av denne modellen for energi, kunne denne utvidelsen ha åpnet for et større erfaringsgrunnlag, der elevene kunne sammenlignet observasjonene fra de to situasjonene. De ulike observasjonene kunne også ha bidratt til å tydeliggjøre energilagrene før og etter hendelsene, og på denne måten være et godt tiltak for å møte utfordringen med å velge eksempler med klare og tydelige energilagre (Millar, 2005).

5.4.4 Lærerveiledning

Lærerveiledningen er utviklet med hensikt om å støtte læreren i gjennomføringen av undervisningsressursen og de tilhørende delene. Under evalueringen kom det frem noen punkter som med fordel kunne tydeliggjøres i lærerveiledningen.

For det første ble det diskutert et behov for mer lærerstyring og struktur. På bakgrunn av dette er det nå inkludert en anbefaling i lærerveiledningen om å strukturere arbeidet med oppgavehefte. For eksempel foreslås det å gjennomgå den første oppgaven sammen med elevene, for å sette elevene i gang og for å støtte dem videre i arbeidet. Dette kan ses i lys av den nærmeste utviklingssonen, der elevene har behov for veiledning og støtte fra lærere eller den mer kompetente jevnaldrende (Vygotsky et al., 1978). I tillegg

erfarte både jeg og læreren at rollebytte i liten grad ble praktisert. Som et tiltak til dette foreslås det at læreren styrer rollebyttene, og det er derfor inkludert en anbefaling om at læreren kontrollerer rollebytte underveis i arbeidet. Et siste punkt fra evalueringen handler om forberedelsene til utprøvingen, hvor læreren følte at undervisningsressursen ble uoversiktlig på grunn av mappene og dokumentene som undervisningsressursen består av. Derfor har jeg forsøkt å forbedre dette i lærerveiledningen, ved å tydeliggjøre de ulike delene med klare beskrivelser av hver del, i tillegg har jeg laget lenker til hver del som er inkludert i veiledningen. På denne måten har læreren tilgang til hele undervisningsressursen gjennom lærerveiledningen, og på denne måten kan det hele bli mer oversiktlig.

5.5 Har jeg nådd målet for studien?

For å kunne si noe om i hvilken grad målet for studien er nådd vil studiens to delmål diskuteres.

5.5.1 Har jeg nådd delmål 1?

Det første delmålet for studien var:

Utvikle en undervisningsressurs der arbeid med programmering av Bit:Bot kombineres med modell for energi.

Forventningene jeg hadde til arbeidet med denne undervisningsressursen kan relateres til hver del som undervisningsressursen består av. Den første forventningen jeg hadde var at elevene skulle klare å programmere Bit:Boten etter et oppdrag med tre kriterier. Den andre forventningen handlet om at elevene skulle tilegne seg forståelse for en modell for energi, som kan danne et grunnlag for vitenskapelig forståelse for energibegrepet. Den tredje forventningen innebar at elevene skulle kombinere bruken av Bit:Bot med modellen for energi under det praktiske eksperimentet. For å kunne si noe om i hvilken grad jeg har nådd delmål 1, velger jeg å rette oppmerksomheten mot det praktiske eksperimentet, da dette er kjernen i undervisningsressursen. Det er her forkunnskapene elevene skal tilegne seg fra de andre delene møtes og kombineres i en praktisk aktivitet. Erfaringene fra arbeidet med det praktiske eksperimentet kan dermed si noe om i hvilken grad delmål 1 er nådd.

Under utviklingen av det praktiske eksperimentet støttet jeg meg på det analytiske rammeverket til Abrahams og Millar (2008). Dette for å vurdere effektiviteten, altså i hvilken grad det praktiske eksperimentet kunne stimulere til læring av energibegrepet, ved å tilegne seg relevante observasjoner ved å bruke Bit:Boten som læringsverktøy. Målsettingen med det praktiske eksperimentet ved effektivitetsnivå 1 var at elevene skulle bruke Bit:Boten og ideene tilhørende modellen som tiltenkt. Ved å se nærmere på det første domenet, *domenet av observasjoner*, indikerer både observasjoner fra utprøvingen og evalueringen av undervisningsressursen på at de fleste elevene brukte Bit:Boten som tiltenkt. Videre ble det slått fast at elevene kunne observere at kjørelengden ble kortere når stigningen økte. Observasjoner av elevnotater pekte også på at elevene kunne samle inn data som tiltenkt, og som videre kunne underbygge observasjonene deres. Da jeg ikke har samlet inn elevnotater har jeg imidlertid ikke et godt nok grunnlag for å kunne konkludere med dette.

Innenfor *domenet av ideer*, ses det på om elevene har brukt de tiltenkte ideene under arbeidet med aktiviteten. Det ville vært for mye å forvente at alle elevene skulle ha tilegnet seg en fullstendig forståelse av modellen etter en kortere introduksjon. Samtidig var målsettingen med eksperimentet at elevene skulle kunne bruke modellen for energi, ved å identifisere hvor energien er lagret før og etter kjøreturene til Bit:Boten ved ulike stigninger. Da det ikke ble tid til å gjennomføre del 2 – den faglige gjennomgangen, ble heller ikke elevene introdusert for modellen for energi. Derfor hadde ikke elevene forutsetningene for å bruke ideene under arbeidet med det praktiske eksperimentet.

På bakgrunn av dette har jeg bare grunnlag for å påstå at delmål 1 er delvis nådd. Dette fordi elevene lyktes med å bruke Bit:Boten som tiltenkt under det praktiske eksperimentet. Dermed kan jeg si at det ene aspektet ved delmålet, som innebærer programmering av Bit:Bot, er nådd. Derimot kan jeg ikke si at elevene har brukt den programmerte Bit:Boten i kombinasjon med modellen for energi, altså det andre aspektet ved delmålet. Samtidig kommer det frem under evalueringen av undervisningsressursen at læreren mente at jeg med denne ressursen lyktes i å kombinere programmering med andre naturfaglige tema, og siktet da til energi. I sammenheng med denne diskusjonen mente læreren at denne undervisningsressursen har et mer teoretisk fokus enn de andre programmeringsressursene hun benytter seg av. Denne diskusjonen er en indikasjon på at jeg har lyktes med delmål 1. Hvis jeg hadde fått observert og erfart alle delene ved undervisningsressursen, hadde jeg hatt et bedre grunnlag for å svare på om jeg har nådd delmål 1. Før en eventuell neste utviklingssyklus vil forutsetningene for å lykkes med gjennomføring av undervisningsressursen vært bedre. Dette fordi jeg i løpet av denne utviklingssyklusen har identifisert og gjennomført endringer på bakgrunn av en evaluering av undervisningsressursen som ble prøvd ut. For eksempel ble det identifisert et behov for å øke tidsrammen.

5.5.2 Har jeg nådd delmål 2?

Det andre delmålet for studien var:

Utvikle en undervisningsressurs som læreren kan støtte seg på for en undervisningstilnærming for temaet energi.

I likhet med delmål 1 har jeg et begrenset erfaringsgrunnlag for å kunne svare på om jeg har nådd delmål 2.

Formålet med denne undervisningsressursen er å hjelpe naturfaglærere med å undervise om temaet energi. Undervisningstilnærmingen for denne ressursen er basert på teori og forskning (BEST, 2019; Driver, 1994; Duit, 1987; Lawrence, 2007; Millar, 2014; Millar, 2005). Her blir det anbefalt å modellere energibegrepet for å imøtekomme noen av utfordringene som både lærere og elever kan oppleve med begrepet. En av disse utfordringene er at utdanningsmiljøet ikke er enige om en bestemt undervisningstilnærming for energibegrepet (Eisenkraft et al., 2014; Millar, 2014). Denne undervisningsressursen kan derfor være et forslag til en tilnærming, som lærere kan bruke for å utvikle elevers forståelse for energibegrepet. Ved å arbeide med ressursen introduseres elevene for modellen for energi, og som videre kan fungere som utgangspunkt for videre læring og forståelse. Derfor er tanken at lærerne kan bygge videre på denne ressursen, der elevene kan bruke modellen for energi i andre sammenhenger og ved andre praktiske aktiviteter.

Gjennom samtalen indikeres det at jeg har lyktes med denne tanken, ettersom læreren mente at hun kunne ha bygget videre på dette opplegget. Her snakker hun om å bruke undervisningsressursen som en del av et større opplegg, som kan gå over en lengre periode. Hun fortsetter med at man ikke bare trenger å kombinere programmering med

energi, men også andre praktiske aktiviteter som å bygge vannmøller, og som videre kan knyttes opp til fornybar energi.

På bakgrunn av studiens omfang ble det ikke vektlagt å vurdere elevenes læring og forståelse av modellen for energi. For å kunne svare på om denne undervisningsressursen kan være til støtte for læreren i å utvikle elevers forståelse for modellen for energi, kunne man i ettertid vurdert elevenes forståelse av arbeidet med ressursen. For eksempel kunne man ha gjennomført samtaler med elevene i etterkant, for å få en indikasjon på om de har forstått modellen. I lys av effektivitetsnivå 2 ved det analytiske rammeverket (Abrahams & Millar, 2008), kunne man ha fulgt elevenes læringsprosess over et lengre tidsperspektiv. For at en praktisk aktivitet, slik som det praktiske eksperimentet, skal være effektiv på nivå 2, må elevene senere kunne gjenfortelle hvordan de brukte materialene og hvilke observasjoner de gjorde seg. I tillegg må elevene senere vise forståelse av ideene som den praktiske aktiviteten hadde som hensikt å lære elevene.

6 Studiens begrensninger

I dette kapittelet vil jeg ta for meg studiens begrensninger. Her vil jeg først reflektere over min rolle som utvikler og forsker. Deretter reflekterer jeg over utvalget og konteksten for utprøvingen, og til slutt begrensninger som følge av tid.

6.1 Min rolle som utvikler og forsker

En kritisk innvending mot bruk av pedagogisk designforskning handler om at metoden er svært forskerstyrt (Bjørndal, 2013). Sentralt gjennom utviklingsprosessen er min rolle som forsker, der det er mine avgjørelser og beslutninger som preger studien. Dette kan medføre at relevansen til praksisfeltet blir utydelig. For å forhindre dette kan man sørge for at aktørene innenfor feltet får komme med sine innspill til utviklingen av undervisningsressursen. Ved at jeg har støttet meg på tidligere forskning innenfor feltet, har jeg bidratt til å sikre relevansen for ressursen. I tillegg har jeg diskutert undervisningsressursen sammen med forelesere, som har bred kompetanse innenfor programmering og fysikk. Videre ble også undervisningsressursen prøvd ut i en reell undervisningssituasjon med en klasse, som ytterligere bidrar til å sikre relevansen for dette utviklingsprosjektet. Videre ville det ha vært nyttig å teste ut undervisningsressursen i andre klasser med andre lærere.

6.2 Refleksjon rundt utvalg og kontekst for utprøving

Utvalget for denne studien kan ses på som en begrensende faktor med tanke på generalisering, noe Bjørndal (2013) problematiserer ved denne typen forskningsdesign. Utvalget for denne studien bestående av en lærer og en klasse, er for lite for at funnene fra studien kan generaliseres. Hadde jeg derimot fått testet undervisningsressursen med flere andre lærere og klasser, hadde jeg hatt et bedre grunnlag for å generalisere på bakgrunn av funnene, og videre peke på om ressursen ville fungert for det generelle klasserommet. I lys av tidsrammen for dette prosjektet, kunne flere utprøvinger gått på bekostning av andre deler ved utviklingsprosessen, som for eksempel evalueringen av undervisningsressursen.

Bakgrunnen for at jeg valgte programmering som det ene temaet for denne masterstudien, var at jeg under en praksisperiode fikk erfaring med programmering av micro:bit og Bit:Bot i undervisning sammen med to parallellklasser på 6.trinn. Under utviklingen av undervisningsressursen støttet jeg meg blant annet på erfaringene jeg hadde tilegnet meg fra praksis. For eksempel ble nivået på oppgaveheftet tilpasset etter erfaringene og inntrykket jeg fikk fra undervisningstimene. Det ble etablert et samarbeid med en naturfagslærer på 6. trinn under praksisperioden min, som resulterte i at utprøvingen skjedde med en av klassene jeg hadde noe kjennskap til. Konteksten for utprøvingen kan derfor sies å være relevant, da utprøvingen skjedde sammen med målgruppen for undervisningsressursen. Samtidig så jeg på det som en fordel at elevene hadde kjennskap til meg, slik at elevenes oppmerksomhet ikke ble på meg, men på opplegget og på læreren som gjennomførte. Av praktiske årsaker ble det også noe enklere med tanke på utprøving, da jeg hadde kjennskap til hvilket utstyr trinnet hadde tilgjengelig, og hvordan klasserommet var organisert.

Min relasjon og kjennskap til læreren er også et moment verdt å reflektere over. Selv om hun ikke var min praksislærer, hadde jeg samarbeidet med henne under praksis, der vi sammen gjennomførte en undervisningsøkt med programmering av micro:bit og Bit:Bot. Dette kan ha påvirket forberedelsene til utprøvingen, da læreren hadde forventet å jobbe med et opplegg av samme omfang som i praksis.

6.3 Tid som en begrenset faktor for utviklingsprosessen

Det tidsmessige omfanget til denne masterstudien har preget utviklingen av undervisningsressursen. Utviklingen av denne undervisningsressursen har vært et tidkrevende arbeid, noe som gjenspeiles av de ulike fasene som har inngått for dette prosjektet. Da undervisningsressursen er utviklet med utgangspunkt i forskning og teori, kreves det at man tilegner seg en oversikt over forskning som eksisterer innenfor de valgte temaområdene. Arbeidet med å velge undervisningstilnærming for temaet energi var særlig tidkrevende, da det eksisterer store mengder forskning og litteratur. Læreren og skoleklassen som utprøvingen skjedde sammen med hadde også begrenset kapasitet for å delta i studien. Det medførte at utprøvingen måtte skje på den tilgjengelige tiden jeg hadde til rådighet. Derfor rakk jeg også bare å gjennomføre en utprøving, der det samtidig ikke ble tid til å gjennomføre alle delene ved undervisningsressursen. Med lengre tid kunne alle delene ved ressursen ha blitt prøvd ut, og det kunne ha blitt gjennomført enda en utviklingsyklus ved en annen skole. Med fordel kunne jeg også i større grad innhentet tilbakemeldinger på andre deler ved undervisningsressursen, slik som lærerveiledningen.

7 Oppsummering

Bakgrunnen for denne studien bygger på et utgangspunkt i kjerneelementene *energi og materie og teknologi* for naturfaget. Videre står det at «*arbeid med kjerneelementet teknologi skal kombineres med arbeid knyttet til de andre kjerneelementene*» (Kunnskapsdepartementet, 2019). Forskning knyttet til de to områdene peker på at energi er et utfordrende tema å undervise (Eisenkraft et al., 2014; Millar, 2014), og at lærere trenger støtte for å inkludere programmering i undervisningen og for å bruke programmering som et verktøy for læring av annen faglig kunnskap (Szabo et al., 2019; Humble, 2023; Webb et al., 2017; Pörn et al., 2021). På bakgrunn av dette var målsettingen for denne studien *å bidra til å hjelpe naturfagslærere med å bruke teknologi sammen med undervisning av temaet energi*.

Derfor ble det tatt sikte på å utvikle en undervisningsressurs som lærere kan støtte seg på, for å kombinere arbeid med programmering av Bit:Bot sammen med en modell for energi. Ved å legge opp til å bruke Bit:Boten i et praktisk eksperiment, kunne elevene erfare et naturlig fenomen i klasserommet, som man med modellen for energi kunne forsøke å forklare. Tanken med ressursen var også at elevene kunne tilegne seg forståelse for energimodellen, og som videre kunne danne et grunnlag mot vitenskapelig forståelse for energibegrepet. Basert på utprøvingen av undervisningsressursen for denne utviklingssyklusen, har jeg ikke et tilstrekkelig erfaringsgrunnlag for å kunne fastslå om målsettingen for studien er nådd. Bakgrunnen for dette handler om at elevene ikke ble introdusert for modellen for energi, og hadde dermed ikke forutsetningene for å bruke ideene ved modellen sammen med arbeidet med Bit:Boten. Selv om jeg ikke har et fullstendig erfaringsgrunnlag, peker evalueringen av ressursen på at de andre delene fungerte som tiltenkt. Per nå, med dette som utgangspunkt velger jeg derfor å påstå at målet for studien er delvis nådd.

Undervisningsressursen ble utviklet med hensikt om å brukes i naturfaglig undervisning, der temaene ville være energi og programmering. Samtidig er dette en ressurs som naturfagslærere kan støtte seg på. Lærerne kan derfor bruke ressursen som de selv ønsker i ulike sammenhenger og kontekster. For eksempel kan man med denne ressursen bidra til å utvikle elevens kompetanse med å programmere micro:bit og Bit:Bot, som kan brukes i andre sammenhenger. Videre kan ressursen brukes for å introdusere modellen for energi, og også bruke denne i andre sammenhenger og kontekster. Modellen kan videre være et godt utgangspunkt for elevens forståelse og læring av energibegrepet. Delene kan altså brukes separat, men at de sammen utgjør en helhet for denne undervisningsressursen

Ved en eventuell neste utviklingssyklus ville det vært hensiktsmessig å prøve ut alle delene ved undervisningsressursen, med en annen lærer og klasse. I tillegg kunne man med fordel ha gjennomført samtaler med et utvalg elever for å få innsikt i om elevene har fått forståelse for lagring og overføring av energi. Sett i sammenheng med det analytiske rammeverket til Abrahams og Millar (2008) kunne man ha fulgt en klasse over en lengre tidsperiode, for å undersøke om det praktiske eksperimentet er effektivt på nivå 2. Videre ville det vært interessant å sjekke om elevene kunne ha brukt modellen i andre sammenhenger, der elevene også kunne blitt introdusert for flere typer energilagre og måter energi kan overføres på i lys av modellen beskrevet i BEST (2019).

Referanser

- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2019). *Fysikkdidaktikk* (2. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Bender, J., Zhao, B., Dziena, A. & Kaiser, G. (2023). Integrating Parsons puzzles within Scratch enables efficient computational thinking learning. *Research and practice in technology enhanced learning*, 18, 22. <https://doi.org/10.58459/rptel.2023.18022>
- BEST. (2019). Approaches - Teaching energy. *STEM Learning*. Hentet 1.2.2024 fra <https://www.stem.org.uk/secondary/resources/collections/science/best-evidence-science-teaching>
- Bjørndal, K. E. W. (2013). Pedagogisk designforskning : en forskningsstrategi for å fremme bedre undervisning og læring. I M. Brekke & T. Tiller (Red.), *Læreren som forsker : Innføring i forskningsarbeid i skolen* (s. 245-259). Universitetsforlaget.
- CESE. (2018). *Cognitive load theory in practice: Examples for the classroom* [Brosjyre]. Centre for Education Statistics an Evaluation. NSW-Department-of-Education. <https://education.nsw.gov.au/content/dam/main-education/about-us/educational-data/cese/2017-cognitive-load-theory-practice-guide.pdf>
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forl.
- Dalland, C. & Andersson-Bakken, E. (2021). *Metoder i klasseromsforskning : forskningsdesign, datainnsamling og analyse*. Universitetsforlaget.
- Dalland, C., Hølland, S., Mifsud, L. & Dalland, C. (2023). *Observasjon som metode : i lærerutdanningene* (1. utg.). Fagbokforlaget.
- Driver, R. (1994). *Making sense of secondary science : research into children's ideas*. Routledge.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young People'S Images Of Science*. Open University Press. <https://books.google.no/books?id=GevnAAAAQBAJ>
- Duit, R. (1987). Should energy be illustrated as something quasi-material? *International Journal of Science Education*, 9, 139-145. <https://doi.org/10.1080/0950069870090202>
- Duit, R. (2014). Teaching and Learning the Physics Energy Concept. I (s. 67-85). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05017-1_5
- Eisenkraft, A., Nordine, J., Chen, R. F., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K. & Scheff, A. (2014). Introduction: Why Focus on Energy Instruction? I R. F. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine & A. Scheff (Red.), *Teaching and Learning of Energy in K - 12 Education* (s. 1-11). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05017-1_1
- Ferrarelli, P. & Iocchi, L. (2021). Learning Newtonian Physics through Programming Robot Experiments. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(4), 789-824. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09508-3>
- Gjøvik, Ø. & Høyland, J. (2022). *Kloss for kloss : blokkprogrammering for lærere*. Universitetsforlaget.
- Gleiss, M. S. & Sæther, E. (2021). *Forskningsmetode for lærerstudenter : å utvikle ny kunnskap i forskning og praksis* (1. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Gravemeijer, K. & Cobb, P. (2006). Design reaserch form a learning design perspective. I J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Red.), *Educational design research* (s. 17-51). Routledge.
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder* (2. utg.). Fagbokforlaget.

- Hannay, J. E., Dybå, T., Arisholm, E. & Sjøberg, D. I. (2009). The effectiveness of pair programming: A meta-analysis. *Information and software technology*, 51(7), 1110-1122.
- Haraldsrud, A. D., Sveinsson, H. A., Løvold, H. H. & Haraldsrud, A. D. (2020). *Programmering i skolen*. Universitetsforlaget.
- Haug, B. S. & Ødegaard, M. (2014). From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9402-5>
- Humble, N. (2023). A conceptual model of what programming affords secondary school courses in mathematics and technology. *Education and Information Technologies*, 28(8), 10183-10208. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11577-z>
- Knain, E., Bjønness, B. & Kolstø, S. D. (2019). Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 70-102). Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Lawrence, I. (2007). Teaching energy: thoughts from the SPT11-14 project. *Physics Education*, 42(4), 402. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/42/4/011>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning. Second Edition*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Millar, R. (2014). Towards a Research-Informed Teaching Sequence for Energy. I R. F. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine & A. Scheff (Red.), *Teaching and Learning of Energy in K - 12 Education* (s. 187-206). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05017-1_11
- Millar, R. H. (2005). *Teaching about energy*. University of York, Department of Educational Studies.
- Mork, S. M. & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (2. utg.). Universitetsforlaget.
- National-Research-Council, Division-of-Behavioral-Social-Sciences-Education, Board-on-Science-Education & Standards, C.-o.-a.-C.-F.-N.-K.-S.-E. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas* (1. utg.). Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- NESH. (2021, 16.12.2021). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap og humaniora*. De nasjonale forskningsetiske komiteer Hentet 19.12.2023 fra <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/hum-sam/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora/>
- Postholm, M. B., Jacobsen, D. I. & Søbstad, R. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Pyc, M. A. & Rawson, K. A. (2010). Why Testing Improves Memory: Mediator Effectiveness Hypothesis. *Science*, 330(6002), 335-335. <https://doi.org/10.1126/science.1191465>
- Pörn, R., Hemmi, K. & Kallio-Kujala, P. (2021). Inspiring or confusing – a study of Finnish 1-6 teachers' relation to teaching programming. *LUMAT*, 9(1), 366. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1355>
- Røykenes, K. (2009). Metodetriangulering – et metodisk minefelt eller en berikelse av fenomener? *Sykepleien forskning (Oslo)*, (4), 224-226. <https://doi.org/10.4220/sykepleienf.2008.0081>
- Sáez-López, J.-M., Sevillano-García, M.-L. & Vazquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Educational Technology Research and Development*, 67(6), 1405-1425. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G. & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based

- computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x>
- Sentance, S. & Waite, J. (2017). *PRIMM: Exploring pedagogical approaches for teaching text-based programming in school*. Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education, Nijmegen, Netherlands. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137084>
- Sentance, S., Waite, J., Hodges, S., MacLeod, E. & Yeomans, L. (2017). "Creating Cool Stuff": Pupils' Experience of the BBC micro:bit. <https://doi.org/10.1145/3017680.3017749>
- Sentance, S., Waite, J. & Kallia, M. (2019). Teaching computer programming with PRIMM: a sociocultural perspective. *Computer Science Education*, 29(2-3), 136-176. <https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1608781>
- Sjøberg, S. (2022). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (4. utg.). Gyldendal.
- Smith, L. S. (2016). Teaching Energy Is Compelling. *Science and Children*, 54(4), 5.
- Super:Bit, Lær-Kidsa-Koding, Vitensentrene & NRK-Super. (u.å.). *Hva er super:bit?* Hentet Hentet 15. januar 2024 fra <https://www.superbit.no/kontaktinformasjon-superbit/>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational psychology review*, 31(2), 261-292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Szabo, C., Sheard, J., Simon, A. L.-R., Becker, B. A. & Ott, L. (2019). *Fifteen Years of Introductory Programming in Schools: A Global Overview of K-12 Initiatives*. Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research, Koli, Finland. <https://doi.org/10.1145/3364510.3364513>
- Säljö, R., Gilje, Ø. & Goveia, I. C. (2016). *Læring : en introduksjon til perspektiver og metaforer*. Cappelen Damm akademisk.
- Teiermayer, A. (2019). Improving students' skills in physics and computer science using BBC Micro:bit. *Physics Education*, 54(6), 065021. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab4561>
- Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. I R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Red.), *Improving science education: the contribution of research* (s. 27-47). Open University Press.
- Tjora, A. H. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (4. utg.). Gyldendal.
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Hva er kjerneelementer?* <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/stotte/hva-er-kjerneelementer/>
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. I J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Red.), *Educational design research*. Routledge.
- Vygotsky, L. S., Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S. & Souberman, E. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes* (1. utg.). Cambridge: Harvard University Press.
- Webb, M., Davis, N., Bell, T., Katz, Y. J., Reynolds, N., Chambers, D. P. & Sysło, M. M. (2017). Computer science in K-12 school curricula of the 21st century: Why, what and when? *Education and Information Technologies*, 22(2), 445-468. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9493-x>
- Weintrop, D. (2019). Block-based programming in computer science education. *Commun. ACM*, 62(8), 22-25. <https://doi.org/10.1145/3341221>
- Wellington, J. (1998). Practical work in science : time for a reappraisal. I *Practical Work in School Science : Which Way Now?* (s. 17-29). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203062487-9>

Vedlegg

Vedlegg 1: Godkjenning fra Sikt

Vedlegg 2: Informasjonsskriv og samtykkeskjema lærer

Vedlegg 3: Informasjonsskriv om uttesting av undervisningsressurs

Vedlegg 4: Kategorier fra analyse

Vedlegg 1: Godkjenning fra Sikt

07.06.2024, 13:22

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer
568097

Vurderingstype
Automatisk

Dato
23.02.2024

Tittel
Masteroppgave utviklingsrettet - Utvikle en læringsressurs

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

Prosjektansvarlig
Jon Emil Nystrøm

Student
Jon Emil Nystrøm

Prosjektperiode
01.01.2024 - 25.11.2024

Kategorier personopplysninger
Alminnelige

Lovlig grunnlag
Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 25.11.2024.

[Meldeskjema](#)

Grunnlag for automatisk vurdering

Meldeskjemaet har fått en automatisk vurdering. Det vil si at vurderingen er foretatt maskinelt, basert på informasjonen som er fylt inn i meldeskjemaet. Kun behandling av personopplysninger med lav personvernulempe og risiko får automatisk vurdering. Sentrale kriterier er:

- De registrerte er over 15 år
- Behandlingen omfatter ikke særlige kategorier personopplysninger;
 - Rasemessig eller etnisk opprinnelse
 - Politisk, religiøs eller filosofisk overbevisning
 - Fagforeningsmedlemskap
 - Genetiske data
 - Biometriske data for å entydig identifisere et individ
 - Helseopplysninger
 - Seksuelle forhold eller seksuell orientering
- Behandlingen omfatter ikke opplysninger om straffedommer og lovovertridelser
- Personopplysningene skal ikke behandles utenfor EU/EØS-området, og ingen som befinner seg utenfor EU/EØS skal ha tilgang til personopplysningene
- De registrerte mottar informasjon på forhånd om behandlingen av personopplysningene.

Informasjon til de registrerte (utvalgene) om behandlingen må inneholde

- Den behandlingsansvarliges identitet og kontaktopplysninger
- Kontaktopplysninger til personvernombudet (hvis relevant)
- Formålet med behandlingen av personopplysningene
- Det vitenskapelige formålet (formålet med studien)
- Det lovlige grunnlaget for behandlingen av personopplysningene
- Hvilke personopplysninger som vil bli behandlet, og hvordan de samles inn, eller hvor de hentes fra
- Hvem som vil få tilgang til personopplysningene (kategorier mottakere)
- Hvor lenge personopplysningene vil bli behandlet
- Retten til å trekke samtykket tilbake og øvrige rettigheter

Vi anbefaler å bruke vår [mal til informasjonsskriv](#).

Informasjonssikkerhet

Du må behandle personopplysningene i tråd med retningslinjene for informasjonssikkerhet og lagringsguider ved behandlingsansvarlig institusjon. Institusjonen er ansvarlig for at vilkårene for personvernforordningen artikkel 5.1. d) riktighet, 5. 1. f) integritet og konfidensialitet, og 32 sikkerhet er oppfylt.

Vedlegg 2: Informasjonsskriv og samtykkeskjema lærer

Informasjonsskriv

Beskrivelse av prosjektet:

Dette er et masterprosjekt som har som formål å utvikle en læringsressurs som kombinerer bruken av programmering sammen med undervisning av et annet naturfaglig tema. I denne læringsressursen legges det opp til at elevene skal benytte seg av microbit og Bit:Bot som utgjør grunnlaget for programmeringsdelen. Disse vil fungere som verktøy for å lære om noen av aspektene tilhørende det naturfaglige temaet energi, med hovedvekt på energilagre og overføring av energi mellom energilagre.

Datainnsamlingsmetoder benyttet er deltakende observasjon, etterfulgt av et uformelt intervju.

Hva er målet med deltakende observasjon?

Da dette er et utviklingsrettet masterprosjekt, skal læringsressursen utvikles og revideres. Læringsressursen skal gjennomføres i praksis, der jeg som forsker skal observere gjennomføringen. Observasjonene danner grunnlaget for den uformelle samtalen med lærer som tester ut læringsressursen. Datamateriale fra observasjonene og det uformelle intervjuet danner grunnlaget for videre utvikling og revidering.

Hva er målet med det uformelle intervjuet?

Det uformelle intervjuet vil være en samtale med læreren som tester læringsressursen i praksis. Samtalen vil basere seg på observasjonene gjort underveis og lærerens egne refleksjoner etter gjennomføringen. Dette åpner for en felles diskusjon og refleksjon av hvilke eventuelle endringer som må gjøres med læringsressursen. Dette er et sentralt steg ved en utviklingsrettet master. Samtalen vil ha en øvrig grense på maks én klokke time.

Hva innebærer det for deg å delta under observasjonen og i intervjuet?

Deltakelse i dette prosjektet innebærer at du deltaker tester ut en læringsressurs og gjennomfører en samtale i etterkant av utprøvingen. Du som deltaker vil på ingen måte, kunne gjenkjennes i publikasjoner knyttet til dette prosjektet. Samtalen gjennomføres også slik at det ikke registreres taushetsbelagte opplysninger om enkeltpersoner.

Det er frivillig å delta både når det gjelder utprøvingen av læringsressursen og intervjuet. Dersom du velger å delta, kan du når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi årsak. For å trekke tilbake samtykket kan du kontakte meg som prosjektansvarlig eller min veileder. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ønsker å delta, eller senere velger å trekke deg fra prosjektet. Det er viktig for meg å presisere at du når som helst avslutte datainnsamlingsprosessen (under gjennomføringen og intervjuet) og at du på ingen måte skal presses til å snakke om tema som du ikke ønsker å snakke om.

Ditt personvern – hvordan oppbevares og brukes dine opplysninger:

Opplysningene som innhentes gjennom datainnsamlingsprosessen for dette prosjektet vil kun brukes til de formål beskrevet i dette skrivet. Opplysningene vil behandles konfidensielt i samsvar med regelverket for personvern. De involverte i prosjektgruppen for denne utviklingsrettede masteren vil ha tilgang til identifiserbare data. Alle data vil anonymiseres, som vil si at du som deltaker ikke vil kunne gjenkjennes basert på

materialet som publiseres. Dersom det er ønskelig vil du som deltaker få innsyn i observasjonsnotater og lydopptak med tilhørende transkripsjoner fra samtale.

Retten til å behandle personopplysninger om deg? (Mulig)

Personopplysningene og andre opplysninger behandles på bakgrunn av ditt samtykke. På bakgrunn av (mulig) godkjent vurdering fra SiKT, er bearbeiding av personvernopplysninger i dette prosjektet i samsvar med personvernregelverket.

Referansenummer godkjennelse SiKT: 568097, Dato 23.02.2024

Behandling av opplysninger etter avsluttet forskningsprosjekt?

Lydopptaket vil være lagret på forsvarlig måte frem til 25.10.2024. Deretter slettes lydopptaket. Anonymiserte data beholdes frem til 25.10.2024.

Dine rettigheter:

Dersom du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til følgende:

- Å få innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- Å få korrigert personopplysninger om deg,
- Å få slettet personopplysninger om deg,
- Å få utlevert en kopi av dine personopplysninger, og
- Å ha mulighet til å sende klage til personvernombudet/datatilsynet om behandling av dine personopplysninger.

Ved flere spørsmål eller andre henvendelser:

Sitter du med spørsmål vedrørende prosjektet, eller at du ønsker å benytte deg av dine rettigheter, kan du ta kontakt med:

1. Ansvarlig for studien:
Jon Emil Nystrøm, lærerstudent ved grunnskolelærerutdanningen 5-10 NTNU
Mobil: 460504740
Epost: joney@stud.ntnu.no

2. Veileder for studien:
Bernt Rønning
Epost: bernt.ronning@ntnu.no

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til:

å delta i observasjon av undervisning

å delta i intervju med lydopptak i etterkant av utprøving

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3: Informasjonsskriv om uttesting av undervisningsressurs

Informasjon om uttesting av undervisningsopplegg

Kjære foreldre/foresatte,

Som en del av min avsluttende masteroppgave ved Grunnskolelærerutdanningen 5-10 på NTNU, arbeider jeg med å utvikle et undervisningsopplegg som kombinerer bruk av programmering med et naturfaglig tema, spesifikt energi. For å kunne evaluere undervisningsopplegget i en reell klasseromssituasjon, har jeg planlagt å gjennomføre en uttesting med 6.trinn ved Utleira skole. Formålet med dette er å samle inn data som vil være verdifulle for videreutviklingen av opplegget. Deler av denne datainnsamlingen vil bestå av observasjoner jeg foretar under utprøvingen og innsamling av elevnotater.

Det er viktig for meg å understreke at observasjoner og elevnotater som samles inn vil være anonymisert. Dette betyr at informasjonen på ingen måte kan knyttes til enkeltelever, og deres barns personvern vil bli ivaretatt.

Deltakelse i dette masterprosjektet er frivillig. Dersom dere ikke ønsker at data skal samles inn fra deres barn, ber jeg vennligst om at dere gir beskjed til lærer Camilla S. Horneman eller til meg. Deres barn vil da fortsatt kunne delta i undervisningen på samme måte og dra nytte av læringsaktivitetene som blir tilbudt, men ingen observasjoner eller elevnotater knyttet til deres barn blir samlet inn.

Dersom dere har spørsmål angående dette prosjektet eller personvernet til deres barn er dere velkommen til å ta kontakt med meg eller min veileder.

På forhånd takker jeg for deres samarbeid og støtte i denne spennende prosessen.

Med vennlig hilsen,

Jon Emil Nystrøm, mobil: 46504740, epost: joneny@stud.ntnu.no

Masterstudent, Grunnskolelærerutdanningen 5-10, NTNU

Veileder:

Bernt Rønning, epost: bernt.ronning@ntnu.no

Vedlegg 4: Kategorier fra analyse

Analyse av transkripsjoner – Kategorisering – Konvensjonell innholdsanalyse

Kategorier

Underkategori

- «Sitat»
-

Omfang undervisningsressurs

Omfattende undervisningsressurs

- «Det første inntrykket mitt var jo at det du hadde laget var veldig nøye og omfattelig».

Godt innhold og dekker andre tema

- «Men innholdet synes jeg var bra, og så passet det med, i om med at vi holder på med målenheter, og hadde lengder den her uken, så passet det jo veldig bra».

Tverrfaglighet

- «Men det som er bra er jo at den bytter jo opp, at det blir veldig sånn tverrfaglig at du får inn både målinger og at du får inn den energi-biten. Det synes jo jeg var bra».

Erfaring med mindre omfattende ressurser

- «Ja, og så er det liksom snakk om. Det er liksom den biten du hadde med, men at den er mye kortere enn din. Så de kommer jo med sånn samtalebiter der og begrepsforklaring».

Mer tid til gjennomføring

- «Nei, det er bare at jeg vil ha tatt det over flere økter».
- «Men jeg tror jeg ville... Du kunne jo fint ha brukt to økter».
- «Og så var det andre, det var at jeg tenkte det var litt mye for en økt. Altså mengden».

Anvendelse av undervisningsressurs

Energi som overordnet tema

- «Da ville jeg hatt energi som tema i tillegg da».

En del av et større opplegg

- «Ville ha gjort det litt større da, nesten. Ikke bare en event for den timen der. Ville kanskje ha hatt det over en lengre periode også».

Praksis før teori x 2

- «Hvis du hadde den først, da kunne du knyttet teorien til praksisen når du kjørte oppover. Men nå er det lettere å knytte praksisen til teorien, hvis vi tar opp, husket dere på dette med bilene og ...».

Teori før praksis

- «Men det er vel kanskje sånn logisk sett, egentlig, teori først».

Kombinere programmering og energi

Kombinere flere tema

- «For hvis jeg hadde hatt det, så hadde jeg kanskje bare tatt den programmerings-biten, ikke sant? Men nå fikk du inn flere emner da, innen naturfaget».

Teoretisk fokus

- «Så dine er jo mer teoretisk egentlig enn deres. De har mye mer bare akkurat det du skal gjøre ... Ting man kan gjøre, mens du har jo koblet det til en mer teori-del også».

Erfaring med andre ressurser med ensidig fokus

- «Lag, automatisk styr, kjør, lag tegnerobot. Det er bare sånn konkret hva du skal lære deg med Bit:Boten og microbiten. Ikke den erfaringsmessige der du bruker det i kontekst med energi, liksom».

Bruke programmering i andre sammenhenger

- «Men hva tror du om den her biten med at de faktisk fikk bruke det programmet de lagde under del en programmering, og så bruke den?»

Det er jo kjempelurt. Klart det er det. Det gjør dem jo ikke på den superBit.no som jeg bruker».

Forutsetning for undervisningsressurs

Oppgavehefte er tilpasset elevenes forkunnskaper

- «Ja, og så at de hadde forkunnskapene til å klare egentlig den selve programmeringsbiten».

Nivåtilpasset for 6.klasse

- «I forhold til sånn måloppnåelse, mestring og sånt, så tenkte jeg at den var innenfor».
- «Men alle, jeg mener at alle i det rommet opplevde mestring».

Forkunnskaper programmering

- «Så den krever jo litt forkunnskaper. Mer forkunnskaper på programmeringsbiten enn ved energibiten».

Faglig gjennomgang

Mange spørsmål x 2

- «Men det var ganske mange spørsmål egentlig».
- «Også på det med spørsmålene så ble det veldig mange. Så da var jeg litt bekymret for konsentrasjonen og om at elevene hang med rett og slett, spesielt dem som er litt sånn umodne».

Begrense informasjon

- «For at de liker jo å diskutere, og det er bra. Men når du liksom har stilt en viss antall spørsmål da. Det er liksom å begrense den info-biten også».

Ikke så omfattende som først antatt

- «Så den biten, og det er litt lettere hvis den, så derfor var jeg litt på den energi biten. At det var greit, men så var det ikke så omfattende som jeg trodde det var».

Oppgavehefte

Mye tekst x 2

- «Ja, den delen med at man leser i oppskrift. Også var den oppskriften kanskje mye da. At det blir for mye. Og spesielt hvis du har lesevaner og litt sånne ting».
- «Det blir mye tekst til noen da, men ja, spesielt til dem som er litt umodne og sånn da».

Arbeid med oppgavehefte x 10

- «Og ingen som meldte seg ut heller. Alle var jo aktiv».

Rollebytte x 12

- «Også synes jeg jo bra at du har den biten med rollebytte. Men jeg så at det var ikke rollebytte på alle like mye, da».

Tilpasninger x 10

- «Jeg tror du skal ha den, for den var så kort. Det var ikke noe dumt med å ha den gjennomgangen... Men så gjorde du jo litt for å ta det dårlig tid, og for å gi dem litt mer... Ja, støtte, da, for å mestre det da».

Innhold oppgavehefte x 3

- «Den øvelsen start-stopp... Hvis dere får det til, så kan dere legge til blinking og lyd og skrift på. Men de slet med å få den til å gjøre det, så det var jo mange som ikke kom så langt».

Mer lærerstyring/struktur x 8

- «Ja, for du hadde jo skrevet at de skulle bare holde på fritt i 40 minutter... Det er for lenge når man går i sjetten, å holde på bare sånn fritt»

Inntrykk av elevers opplevelse x 3

- «Ja, altså, for dem kan det ha blitt litt kjedelig bare med dette at den skulle stoppe».
- Men noen synes det var jeg var artig for å få til at den ikke gikk utenfor».

Utforskende

- «Det som er forskjellen på det som jeg bruker da, det er at du hadde kanskje enda mer fokus på den utforskningsbiten».
- «... de fikk ikke til å stoppe. Også var det jo for at de hadde på feil millisekund. Kanskje på de andre videoene, så er det mer sånn at de sier litt».
- «Så derfor så sprengetes jo tidskjemaet litt. Men det tenker jeg at, for at, alle fikk det jo til, til slutt likevel. Å stoppe den».

Praktisk eksperiment

Gjøre seg tiltenkt observasjon x 3

- «Men jeg tror de fikk med seg hovedessensen med det at du bruker, den forskjellen i energi, at den kom seg kortere og sånt. Det tror jeg de fikk med seg».
- «Så dem fikk til noe da. Og jeg tror alle skjønnte noe om at den går kortere når den går oppover. Så hovedessensen fikk dem med seg».

Annen tilnærming til arbeidet

- «Guttene gjorde det jo, men de var ikke fokus på å skrive ned noen resultater sånn forskningsmessig, så det var litt greit».
- «Ja, for du skal jo liksom, stigning 1, stigning 2. Men vi gikk egentlig for man Mount Everest på en gang. Det har vært veldig fokus på å finne mange bøker. Men det har med alder å gjøre».

Brukte ikke tiltenkte ideer

- «Men så tror jeg ikke de tenkte sånn super mye over den energibiten i den forstand».

Spennende / artig

- «Det var veldig artig å bygge den oppoverbakken, rett og slett».
- «Ja. Med litt sånne nye elementer som gjorde det litt spennende».

Forberedelse

Mange dokumenter og mapper

- «For det var mye skriv, som du vet, så klart det hadde vært enda mer hvis jeg hadde brukt lengre tid jeg og. For det ble mange mapper å åpne da, du vet. Men det betyr ikke at det er noe dumt for det. Det har bare med tidsressursen min å gjøre det».

Prøve ut i forkant

- «Men har jeg jo eller, det ideelle er jo at jeg har kjørt opplegget ditt først, ikke sant? At jeg har prøvd med bøker, uten bøker, prøvd med målbånd. Det lønner seg alltid å prøve opplegget selv».

Brukt lengre tid på forberedelse

- «Ja, men det er opp til meg selv. Jeg måtte ha brukt mer tid selv».
- «Det er det jeg skal ha brukt lengre tid. Mange av spørsmålene jeg hadde til deg, var jo i veiledningen».

Vandt til videoressurser

- «Ja, for jeg er ikke redd for å gjøre det, men nå har de jo laget veldig mye undervisningsopplegg. Der dem har støttet det opp til kunnskapsløftet, og man er «safe», og laget masse videoer. Så når du var med i praksisen, så fulgte vi jo videoer. Og da tar jo ungene nesten fortere i meg noen ganger».

Parprogrammering

Parsammensetning x 8

- «.. jeg så bare at det var noen som kanskje tok litt mer kommando»

Støtte seg på hverandre x2

- «Mhm.Men jeg synes de er flinke med den biten der den ene faglig sterkere at den lærer den andre noe da».

Dialog/diskusjon x3

- «Men så er det som jeg sa, litt sånn med elev 4 som er sammen med elev 3, hvis det er ganske stor forskjell på kompetansenivået fra før, så er det kanskje litt vanskeligere å komme med tips».

