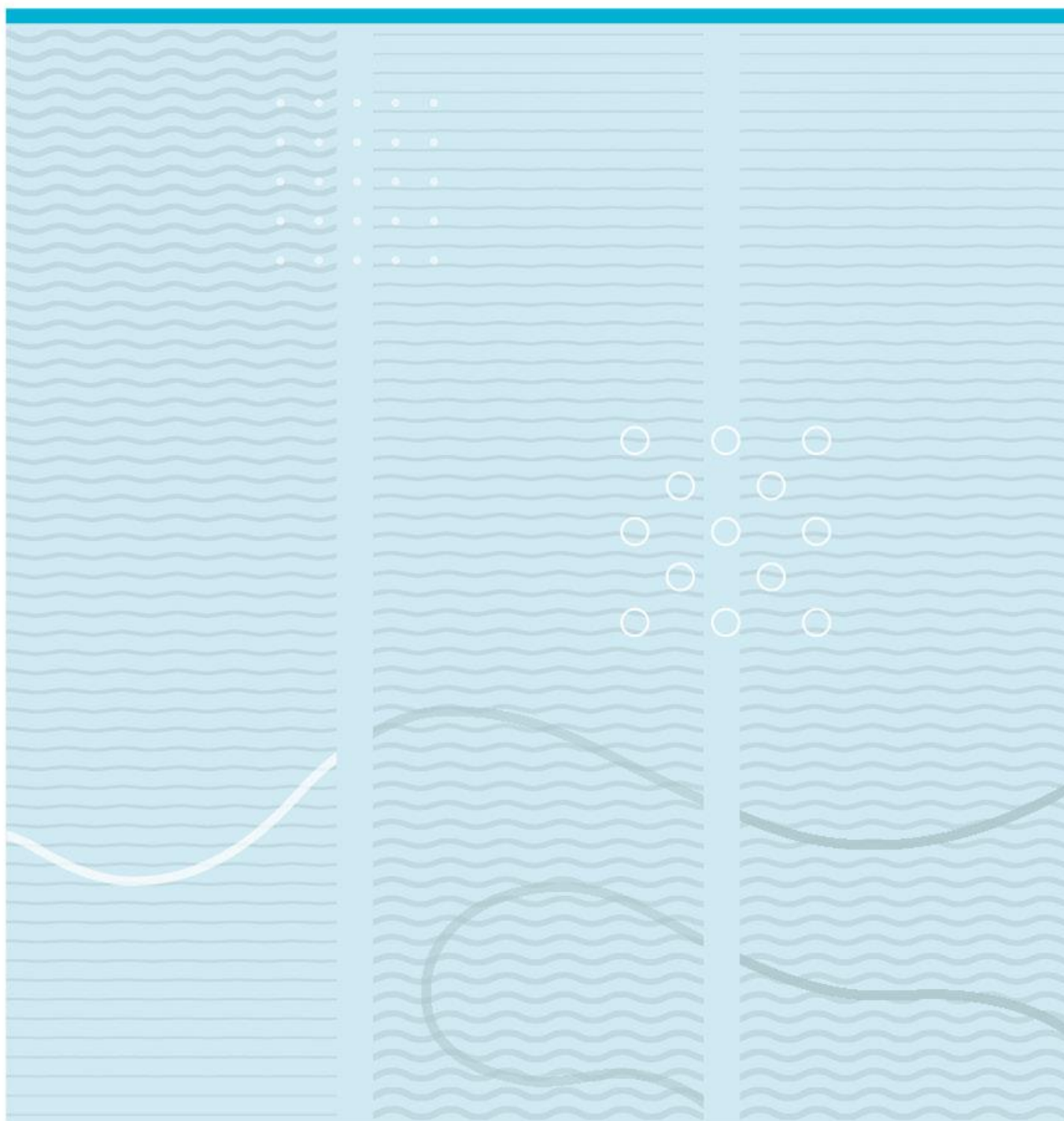


Øyvind Sigurdson

Læreres refleksjoner om innføring og bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen på mellomtrinnet



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

<http://www.usn.no>

© 2022 Øyvind Sigurdson

Denne avhandlingen representerer 45 studiepoeng

Sammendrag

Problemstillingen for denne oppgaven er: Hvilke refleksjoner har lærere om innføring og bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen på mellomtrinnet? Innføringen av mikrokontrollere i undervisningen kommer som et resultat av arbeidet med fagfornyelsen og læreplanverket for LK20. Digitaliseringsstrategien førte til super:bit prosjektet som har fått i oppdrag fra Kunnskapsdepartementet å fremme programmeringskunnskap hos elever og lærere på mellomtrinnet. Studien i denne oppgaven har en kvalitativ tilnærming. Datainnsamlingen har foregått ved semi-strukturert intervjuer og studien inneholder refleksjoner fra tre informanter rundt innføringen og bruken av micro:bit i deres undervisning.

Informantene opplever at undervisning med micro:bit engasjerer og motiverer elevene. Informantene forteller om elever som utforsker mulighetene i micro:biten ved hjelp av arbeidsmetoden prøving og feiling. Informantene brukte ofte nettressurser når de forbereder undervisning med micro:bit, og deler erfaringer i profesjonsfellesskapet. Resultatene avdekket av informantene ikke følte at de hadde fått nok opplæring i forkant av introduksjonen av micro:bit i undervisningen. De ønsket mer kursing og er en del av det pågående super:bit prosjektet som har avslutning i 2022.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn for temavalg.....	7
1.2	Formål og problemstilling.....	8
1.3	Oppgavens oppbygging	8
2	Teori.....	9
2.1	Digitaliseringsstrategien.....	10
2.2	Teknologi og programmering for alle	11
2.3	Profesjonsfaglig digital kompetanse	12
2.4	Algoritmisk tenkning	13
2.5	Dybdeløring.....	15
2.5.1	Dybdeløring i naturfag	16
2.6	Mikrokontrollere	16
2.6.1	Bruk av mikrokontrollere i undervisningen	17
2.6.2	Micro:bit og elever.....	18
2.6.3	Micro:bit og lærere.....	19
2.7	Programmering i skolen	20
2.7.1	Programmeringsspråk	21
2.7.2	Blokkprogrammering og tekstprogrammering	21
2.8	Didaktiske tilnæringer.....	23
2.8.1	Parprogrammering	23
2.8.2	PRIMM modellen	25
2.8.3	Seks stegs modell for undervisning med mikrokontrollere	27
2.9	Kompetanseutvikling i skolen.....	27
2.9.1	Forskningsbasert utvikling i skolen	28
2.9.2	Lærerutvikling.....	30
2.9.3	Lærende organisasjoner	31
2.10	Pedagogiske tilnæringer.....	33
2.10.1	Motivasjon 34	
3	Metode.....	36
3.1	Kvalitativt forskningsdesign	36
3.2	Kvalitativt forskningsintervju	36
3.3	Utvalg.....	37
3.4	Datainnsamling	38

3.4.1	Datalagring	38
3.5	Databehandling og analyse	39
3.6	Validitet og reliabilitet – Studiens kvalitet	41
3.6.1	Validitet.....	41
3.6.2	Reliabilitet.....	41
3.7	Etiske vurderinger	41
4	Resultater.....	43
4.1	Elevlæring	43
4.2	Organisering av undervisning	45
4.3	Lærerkompetanse	48
5	Diskusjon.....	51
5.1	Elevlæring	51
5.2	Organisering.....	55
5.3	Lærerkompetanse	58
5.3.1	Skolen som lærende organisasjon	62
6	Konklusjon.....	66
7	Referanseliste	68
8	Oversikt over figurer.....	73
9	Vedlegg.....	74
9.1	Vedlegg 1.....	74
9.2	Vedlegg 2.....	75

Forord

Takk til alle som har bidratt til arbeidet med masteroppgaven. Takk til lærerne som stilte til intervju og til veilederne Camilla Haslekås og Sigurd Rage, dere alle bidro til at oppgaven ble en realitet.

Notodden, Mai 2022

Øyvind Sigurdson

1 Innledning

Technology is just a tool. In terms of getting the kids working together and motivating them, the teacher is the most important.

Bill Gates in Independent on Sunday 12 October 1997 (Ratcliffe, 2016)

Mikrokontrollere er overalt rundt oss, de er høyst sannsynlig i den enheten du leser dette på nå. finnes i bilen, båten, el-sykkelen og hvitevarene dine, for å nevne noe. Det kan oppleves som krevende å vite hvordan en mikrokontroller fungerer, men i grunnskolen har man mer fokus på hva den kan brukes til enn hvordan den fungerer. Det er i læreplan i naturfag rom til å ta i bruk mikrokontrollere som hjelpemiddel for å oppfylle flere av kompetansemålene. For at man skal kunne ta i bruk mikrokontrolleren, så kreves det at den programmeres. Den må få instruksjoner for hva den skal gjøre. På bakgrunn av dette vil programmering også kreve sin plass i denne oppgaven.

Man kan si introduksjonen av mikrokontrollere i skolen startet med fagfornyelsen og i den forbindelse med NOU 2014:7 og NOU 2015:8. Flere av kompetanse som ble pekt på som viktige for det 21. århundre i NOU 2014:7 er relevante i forhold til bruken av mikrokontrollere. NOU 2015:8 understreket viktigheten til naturfag, og ville knytte det nærere matematikk og teknologiske fag (NOU 2015:8). En ekspertgruppe utdanningsdirektoratet oppnevnte i 2016 (Berge et al., 2016) ville introdusere et teknologifag i grunnskolen som skulle være praktisk rettet og styrke elevenes algoritmiske tenkning ved hjelp av blant annet programmering . Kunnskapsdepartementet lanserte i 2017 sin digitaliseringsstrategi som skulle sørge for at skoler kunne ta i bruk IKT både for egen profesjon, men også for å støtte elevenes læring (Kunnskapsdepartementet, 2017a). Dette resulterte blant annet i super:bit prosjektet som fikk i oppgave å introdusere micro:bit i undervisningen og lære opp lærere og elever (Super:bit, 2021).

NOU 2020:2 så på hvilke kompetanser som det blir behov for i fremtiden, utvalget la vekt på IKT-kompetanse og kompetanse innenfor teknologi (NOU 2020:2). Arbeid med mikrokontrollere i undervisningen kan være en vei å gå for å øke IKT- og teknologikompetanse. Dette stiller også krav til læreren sin profesjonsfaglige digitale kompetanse. For at elevene skal få en høy kompetanse innenfor teknologi og IKT, kreves det at læreren også opererer på et høyt nivå innenfor disse områdene. Fagfornyelsen brakte også med seg nye begreper slik som algoritmisk tenkning som skal hjelpe elevene utvikle sine problemløsningsevner.

Bruk av mikrokontrollere i undervisningen kan bidra til å øke elevenes evne til algoritmisk tenkning (Cheng et al., 2021; Min & Kim, 2020), øke elevenes motivasjon (Binau & Trolle, 2021; Coşkunserçe, 2021; Sentance, Waite, Hodges, et al., 2017) og bidra til deres kreativitet (Min & Kim, 2020). Det ligger altså et stort potensial i mikrokontrollere. Bruk av mikrokontrollere i undervisningen er en annerledes måte å arbeide på både for elever og lærere. Dette kan stille høye krav til lærere som gjerne forventes å være på et høyere nivå på områdene de underviser enn elevene selv. Det er kompetansehevingen som skal hjelpe lærerne å nå disse nivåene. Lærere som har tatt i bruk mikrokontrollere i undervisningen opplevde at det kunne engasjere elevene, var lett for de å lære, økte deres interesse for teknologi og kunne brukes til mye (Binau & Trolle, 2021; Kalelioglu & Sentance, 2019).

I arbeid med programmering finnes det flere metoder for undervisningen, i denne oppgaven vil det være PRIMM modellen (Sentance et al., 2019) som er sentral sammen med parprogrammering. Det finnes også flere forskjellige typer programmeringsspråk, mange er tekstbasert, men programmeringsspråk basert på blokker har gjort et inntog i programmeringsundervisning for nybegynnere. Blokkprogrammering kan forhindre personer som er nye til programmering fra å gjøre en del vanlige feil (Bau et al., 2017; Eidslott, 2021). Det egner seg derfor godt til mellomtrinnet hvor målet ikke er å utdanne programutviklere (Eidslott, 2021), men å bruke programmering som et verktøy til læring. Blokkprogrammering kan øke elevens evne til algoritmisk tenkning (Jiang & Li, 2021) som gjør det til et relevant verktøy inn mot den nye læreplanen.

1.1 Bakgrunn for temavalg

Teknologi er et interessant tema innenfor naturfag, og gjennom min egen skolegang noe jeg har erfart at har blitt viet liten, eller ingen, plass i alle skolens fag, inkludert naturfag. Det skal nevnes at det har vært to læreplaner siden den gang og mye har endret seg. Introduksjonen av programmering i skolen startet med fagfornyelsen og ble formelt en del av læreplanverket for kunnskapsløftet 2020. Det er en integrert del av kjerneelementet teknologi i naturfag og er en del av de digitale ferdighetene man skal lære i skolen (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 3, 5). Mikrokontrollere har potensiale til å oppfylle flere av læreplanmålene innen naturfag og andre fag, og åpner dermed også for tverrfagligarbeid. Bruk av programmering og mikrokontrollere kan åpne for mange ulike kreative løsninger og gjøre naturfagundervisningen mer fremtidsrettet.

1.2 Formål og problemstilling

Gjennom arbeid med denne masteroppgaven var ønsket å undersøke hvordan lærere og skoler har tatt i bruk mikrokontrollere. Hvilket utstyr er valgt, hvordan var skolene forberedt på introduksjonen av mikrokontrollere og hva slags undervisning legger de opp til. Problemstillingen er da: Hvilke refleksjoner har lærere om innføring og bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen på mellomtrinnet?

1.3 Oppgavens oppbygging

I kapittel 2 vil veien fra Ludvigsensutvalget, som hadde til oppdrag å vurdere grunnopplæringen mot kompetansene som blir nødvendig i det fremtidige samfunnet (NOU 2014:7, s. 5), til i dag hvor det har blitt lansert tiltak for å øke elevenes digitale kompetanse bli belyst. Videre vil relevansen til mikrokontrollere som læringsmiddel i skolen bli omtalt og det vil bli gjort rede for relevante fagbegreper og teori. I kapittel 3 redegjøres det for metodiske valgt som er tatt i oppgaven, hvordan innsamling av data har foregått, hvilken analytisk tilnærming som er valgt, samt reliabilitet, validitet og hvilke etiske vurderinger som er tatt til etterretning. I kapittel 4 presenteres resultatene og i kapittel 5 drøftes disse mot forskning og teori. Avslutningsvis oppsummeres oppgaven, hvilke implikasjoner den vil ha blir lagt frem. Deretter følger litteraturliste, oversikt over figurer og vedlegg av intervjuguide og samtykkeskjema er plassert til slutt i oppgaven.

2 Teori

Tiden vi nå er inne i kan kalles for den fjerde industrielle revolusjonen (NOU 2020:2, s. 80), den teknologiske utviklingen går fort og for å henge med kreves det grunnleggende IKT-kompetanse. Det kan også føre med seg nye utfordringer som krever ferdigheter som kritisk tenking. Begge har fått en større plass i den nye læreplanen. NOU2020:2 (s. 82) hevder også at næringene i Norge trenger personer med kompetanse innenfor teknologi og realfag. På bakgrunn av dette hevder utvalget i NOU 2020:2 at en satsing på teknologi og realfag i skolene vil være hensiktsmessig (NOU 2020:2, s. 96). Arbeidet med å gi teknologi en sentral plass i den nye læreplanen kan sies å ha startet med Ludvigsensutvalget. I NOU 2014:7 bestilte utvalget en kartlegging av sentrale kompetanser for det 21. århundre (NOU 2014:7, s. 116). Kartleggingen avdekket ti kompetanser som ble betegnet som sentrale for det 21. århundre, disse var:

- Fagkompetanse
 - IKT-kompetanse
 - Kommunikasjon og samarbeid
 - Kreativitet og innovasjon
 - Kritisk tenkning og problemløsning
 - Metakognisjon og å lære å lære
 - Personlig og sosialt ansvar -etisk og emosjonell bevissthet
 - Kulturell bevissthet og kompetanse
 - Liv og karriere/jobbkompetanse
 - Borgerskap -lokalt og globalt
- (NOU 2014:7, s. 116)

Av disse kompetansene er det flere som er relevant i forhold til arbeid med mikrokontrollere.

Fagkompetanse er relevant ettersom teknologi er et underemne innenfor naturfag. IKT-kompetanse er direkte relevant ettersom mikrokontrolleren kan brukes til å samle informasjon ved hjelp av eksterne eller interne sensorer, og til å kommunisere med hverandre eller via internett.

Kommunikasjon og samarbeid kan være relevant når elevene arbeider med mikrokontrollere i grupper eller mot et felles mål. Kreativitet og innovasjon er direkte relevant, da det nesten kun er elevens kreativitet og til dels kunnskap, som setter en stopper for hva som er mulig med en mikrokontroller. Til slutt vil kritisk tenkning og problemløsning være relevant i arbeidet med mikrokontrollere, gjennom at man kan gi problemløsningsoppgaver som skal løses ved hjelp av en mikrokontroller. Ludvigsensutvalget hadde invitert en rekke organisasjoner og fagmiljøer til møter for å komme med innspill til utvalgets arbeid (NOU 2014:7, s. 18). Blant disse organisasjonene var:

Utdanningsforbundet, Skolelederforbundet, Skolenes Landsforbund, Norsk Lektorlag, Foreldreutvalget for grunnskolen, Elevorganisasjonen, LO, NHO, KS, Spekter, YS, Virke, Unio, Akademikerne, Sametinget og Nasjonalt råd for lærerutdanning. I tillegg har utvalget møtt og mottatt innspill fra en rekke nasjonale senter og tenketanker (NOU 2014:7, s. 18). Målet med møtene og innspillene var for å høre hvilke kompetanser som var etterspurt, teknologi og IKT var kompetanser som ble fremhevet som særlig betydningsfulle (NOU 2014:7, s. 126). Dette er med på å underbygge hvorfor man bør arbeide med mikrokontrollere i skolen. I NOU 2015:8 anbefaler utvalget at posisjonen til naturfag styrkes (NOU 2015:8, s. 53). Dette var begrunnet med at naturfaglig kompetanse er viktig for demokratisk deltakelse og problemløsning i arbeidslivet (NOU 2015:8, s. 54). Utvalget ønsket å øke timeantallet til naturfag i grunnopplæringen. De argumenterer for at naturfagene i skolen har muligheten til å synliggjøre matematisk kompetanse og er en god arena for å trene matematiske ferdigheter (NOU 2015:8, s. 54). Regjeringens svar på Ludvigsensutvalget i forhold til teknologi var deres digitaliseringsstrategi for grunnskolen (Kunnskapsdepartementet, 2017a).

2.1 Digitaliseringsstrategien

I NOU 2015:8 hevder utvalget at teknologi, sammen med naturvitenskap og matematikk, er viktig for norsk næringsliv og for å finne løsninger på de kjente store globale utfordringene vi står ovenfor (NOU 2015:8, s. 24). Dette poenget blir gjentatt i åpningen av digitaliseringsstrategien for grunnskolen (Kunnskapsdepartementet, 2017a, s. 7). Som en del av målene i strategien skulle IKT brukes både i organiseringen av skolen og som en støtte til elevens læring (Kunnskapsdepartementet, 2017a, s. 12). Dette har mange skoler løst ved å ta i bruk enten nettbrett eller bærbare pc-er. Det var i digitaliseringsstrategi regjeringen satt som mål å få programmering inn i læreplanen og som et valgfag (Kunnskapsdepartementet, 2017a, s. 20), med den forståelsen at dersom en lærer skal undervise i programmering, kreves en viss kompetanse innenfor emne (Kunnskapsdepartementet, 2017a, s. 22). Etableringen av en teknologisk skolesekk var et av tiltakene i strategien, dette resulterte i super:bit prosjektet. Dette prosjektet har som mål å heve programmeringskompetansen og forståelsen på mellomtrinnet (Super:bit, 2021). Det er tre aktører i super:bit prosjektet, vitensentrene, lær kidsa koding og NRK. Vitensentrene har fått et 5-årig oppdrag, med avslutning i 2022, fra kunnskapsdepartementet som går utpå å «fremme programmeringskompetanse og forståelse hos elever og lærere på mellomtrinnet» (Super:bit, 2021). Super:bit utarbeidet et komplett undervisningsopplegg hvor målsetningen er at lærere skal kunne utføre opplegget etter å ha hatt besøk av, eller besøke super:bit (super:bit, 2021). Via super:bit prosjektet har skolene også tilgang til en super:bit kasse, dette er en kasse med utstyr som

inneholder 20 micro:bit med diverse tilleggsutstyr som lysdioder, servoer, ultralydsensorer og 10 bit:bot (Super:bit, 2022). Bit:bot er en robot som kan styres med micro:bit (Super:bit, 2022). Dette er et prosjekt som omfatter alle skolene i Norge, og skolene kan enten besøke sitt regionale vitensenter eller representanter fra det aktuelle vitensenteret kan komme til skolen (Super:bit, 2021).

2.2 Teknologi og programmering for alle

Utdanningsforbundet hadde i 2016 oppnevnt en arbeidsgruppe som hadde som mål å «... foreta en faggjennomgang av teknologi i grunnopplæringen.» (Berge et al., 2016, s. 3). Resultatet skulle være en rapport som, blant annet, skulle beskrive hva er relevant kompetanse i teknologi i det 21. århundret, og foreslå endringer i grunnopplæringen (Berge et al., 2016, s. 3). Gruppen hevder at selv om teknologi og naturvitenskap har et slags symbiotisk forhold, så bygger de på forskjellige tradisjoner, hvor naturvitenskap handler om å forstå verden og teknologi handler om å løse problemer og skape noe nytt (Berge et al., 2016, s. 13). De velger også å skille kompetanse i teknologi og kompetanse i digital teknologi og programmering, med bakgrunn i at datateknologi står sentralt innenfor teknologi og i samfunnet ellers (Berge et al., 2016, s. 18). Videre definerer de kompetanse i digital teknologi og programmering som ikke bare å kunne bruke en datamaskin, men å vite hvordan den fungerer og hvordan man kan få den til å utføre handlinger.

Arbeidsgruppen foreslo å opprette et nytt obligatorisk teknologifag i grunnskolen (Berge et al., 2016, s. 19). Faget skulle være praktisk orientert og algoritmisk tenkning og programmering skulle ha en stor plass i det nye faget. Bakgrunnen for dette var at for å forberede elevene på samfunnet de skal ut i, så er teknologisk kompetanse helt grunnleggende for fremtidens samfunn (Berge et al., 2016, s. 22). Gruppen mente videre at et slikt fag hadde potensiale for å utjevne sosiale forskjeller, det ville la elevene føle mestring i et praktisk fag og øke muligheten for kreativitet i skolen. Arbeidsgruppen hevder også at teknologi og design emnet i den tidligere læreplanen ikke var knyttet til naturfagets identitet og metode, og at det var mange lærere som opplevde at de ikke hadde kompetanse til å undervise i teknologi (Berge et al., 2016, s. 37). Dette skal ha ført til at emnet ble nedprioritert. Teknologifaget ble aldri en realitet, men det ble et eget emne i læreplan for naturfag.

2.3 Profesjonsfaglig digital kompetanse

Rammeverket for læreres profesjonsfaglig digitale kompetanse består av mange kompetanseområder. Disse handler om hvordan læreren tar i bruk digitale midler i undervisningen og lærerens forhold til disse digitale enhetene. Arbeid med mikrokontrollere er avhengig av en god profesjonsfaglig digital kompetanse fra lærerens side. Dette er fordi mikrokontrollere i seg selv er digitale enheter, men også fordi man er avhengig av digitale enheter for å ta i bruk mikrokontrollerne. Kompetanseområdene innenfor profesjonsfaglig digital kompetanse vist på figur 2-1, er : fag og grunnleggende ferdigheter, skolen i samfunnet, etikk, pedagogikk og fagdidaktikk, ledelse av læringsprosesser, samhandling og kommunikasjon og endring og utvikling (Utdanningsdirektoratet, 2021). Fag og grunnleggende ferdigheter handler om at læreren skal ha oversikt over hvordan digitale enheter kan brukes i undervisningen og i fagene for å oppnå kompetansemålene i læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 3). Læreren må blant annet kunne bruke digitale redskaper i undervisningen og kunne videre utvikle sine egne digitale ferdigheter. Skolen i samfunnet går utpå at læreren kjenner til forskjellige perspektiver på den digitale utviklingen og betydningen av digitale medier i samfunnet. Læreren må sette elevene i stand til å kunne delta i det globale digitale samfunnet (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 4). Etikk omhandler etiske problemstillinger og digital dannelse i samfunnet. Læreren må blant annet kjenne til lover rundt opphavsrett, behandling av personopplysninger og kjennetegn på digital mobbing.



Figur 2.1. Lærerens Profesjonsfaglige digitale kompetanse (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 12)

Pedagogikk og fagdidaktikk handler om at læreren har kunnskap om ulike didaktisk metoder for å ta i bruk digitale hjelpemidler og kunne planlegge og gjennomføre undervisningen med utgangspunkt i styringsdokumenter, forskning- og erfaringsbasert kunnskap (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 5). Ledelse av læringsprosesser dreier seg om at læreren kan lede læringsarbeid med digital teknologi. Læreren må kunne tilpasse undervisning med digitale hjelpemidler til elevene og fremme deres lærelyst og kompetanse om å lære (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 6). Samhandling og kommunikasjon handler om at læreren kan bruke digitale hjelpemidler til å dele informasjon og bruke det som et grunnlag for samarbeid (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 6). Endring og utvikling går utpå at læreren kjenner til forskning og metoder for hvordan man kan integrere digital teknologi i undervisningen og kan videreutvikle sin egen profesjonsfaglige digitale kompetanse (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 7).

2.4 Algoritmisk tenkning

Det relativt nye begrepet algoritmisk tenkning kan anses å være relevant når man snakker om programmering og mikrokontrollere. Opprinnelsen til den engelske versjonen (computational thinking) av begrepet blir ofte kreditert til en artikkel skrevet av Wing (2006). I artikkelen argumenterer Wing (2006) for at algoritmisk tenkning bør være en grunnleggende ferdighet i skolen på linje med lesing, skriving og matematikk (Wing, 2006, s. 33). I begrepet «computational

thinking» legger Wing (2006) at det handler om å løse å problemer ved å gjøre om et problem til noe man klarer å løse, enten det er ved å redusere, simulere eller gjøre om på problemet. Det handler om å abstrahere og bryte ned store komplekse problem til mindre enheter (Wing, 2006, s. 33). I digitaliseringsstrategien var det et poeng at algoritmisk tenkning, teknologi og programmering skulle inngå i bestemte fag (Kunnskapsdepartementet, 2017a, s. 20). Utdanningsdirektoratet definerer algoritmisk tenkning som en problemløsningsmetode, de nevner også at begrepet har mange dimensjoner og arbeidsmåter som de visualiserer i plakaten i figur 2.2 (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2).



Figur 2.2 Den algoritmiske tenkeren av utdanningsdirektoratet (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2)

Det handler om å bryte ned store eller komplekse problemer til mindre enheter som kan være lettere å løse. Denne definisjonen er i tråd med beskrivelsen Wing (2006) gjorde da hun introduserte begrepet. Utdanningsdirektoratet skriver at den algoritmiske tenkeren må være skapende, eksperimenterende og åpen for alternative løsninger (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2). I arbeidsmåter som fremmer algoritmisk tenkning må det være åpenhet for å gjøre feil, dette er for å trene på hvordan man kan oppdage og rette feil. Dette er en viktig del av algoritmisk tenkning fordi det også fører til at man trener på å ikke gi opp, men holder ut og løser problemet (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2). Arbeid med mikrokontrollere har potensiale for å komme innom mange av dimensjonene og arbeidsmåtene til den algoritmiske tenkeren. Samarbeid er en av

disse, dette fordi det er rimelig å anta at de fleste skoler ikke har stort nok budsjett for at hver elev kan ha en mikrokontroller og tilhørende sensorer eller annet tilbehør. Samarbeid er en av måtene man trener algoritmisk tenkning, men det innbyr også til at elevene kan ta i bruk parprogrammering (se delkapittel 2.3.3).

I forhold til mikrokontrollere, så kan man peke på programmeringsstadiet som et punkt hvor elevene kan få trent ferdigheter knyttet til algoritmisk tekning. Jiang og Li (2021) viste i sin studie at bruk av blokkprogrammeringsspråket scratch hadde en positiv effekt på kreativitet samt kritisk tenkning og samarbeid (Jiang & Li, 2021, s. 518). Selv om kreativitet ikke står som et av nøkkelbegrepene til utdanningsdirektoratet, så skriver de at den algoritmiske tenkeren er skapende, eksperimenterende og åpen for alternative løsninger (Utdanningsdirektoratet, 2019). Denne beskrivelsen kan sies å være forenelig med begrepet kreativitet. Kritisk tekning står heller ikke som et av nøkkelbegrepene, men det å «... analysere informasjon» (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2) vil kreve kritisk tenkning fra elevens side. Det bør også nevnes at utdanningsdirektoratet hevder at dette er kun *noen* nøkkelbegreper og at det finnes flere definisjoner av algoritmisk tekning som deler hovedtrekk (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2).

2.5 Dybdelæring

Fagfornyelsen kan sees på som bakgrunnen for at programmering, og dermed mikrokontrollere, har fått en plass i læreplanverket for 2020, men fagfornyelsen introduserte også begrepet dybdelæring. Dette begrepet fant veien inn i læreplanverket for 2020 og er dermed et mål læreren må arbeide mot. I NOU 2014:8 definerer utvalget begrepet dybdelæring med at elevene gradvis skal utvikle sin forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fagområdet, og at elever analyserer og løser problemer i tillegg til å reflektere over sin egen læring (NOU 2014:7, s. 35). De setter begrepet i kontrast mot overflatelæring som forklares som «[...] innlæring av fakta uten at eleven setter kunnskapen i en sammenheng [...]» (NOU 2014:7, s. 35). Begrepet ble videreført i Meld. St. 28 (2015-2016) hvor det legges vekt på at dybdelæring er nært knyttet til læringsprosessen og elevens læringsutbytte (Meld. St. 28, 2015-2016, s. 33). En læringsprosess som fremmer dybdelæring, må legge til rette for at elevene får fordype seg i lærestoffet og at de arbeider med det over tid. Under arbeidet må elevene få tilbakemeldinger og utfordringer som er i tråd med deres faglige utvikling (Meld. St. 28, 2015-2016, s. 33). Læringsutbytte som er resultat av dybdelæring fører til at eleven utvikler god og varig forståelse og kan bruke det de har lært (Meld. St. 28, 2015-2016, s. 33). Dybdelæring har også funnet veien inn i den overordnede delen av læreplanen. Begrepet blir der omtalt som å innebære å kunne bruke kunnskaper og ferdigheter på ulike måter og elevene skal få

oppgaver og delta i aktiviteter som har en økende grad av kompleksitet (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 11). Det legges også vekt på at å gi rom for dybdeløring er knyttet til at elevene får en tilpasset oppløring (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 17). Utforskning, eksperimentering og det å stille spørsmål blir også trukket frem som viktige for dybdeløring (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 7). Dybdeløring er altså godt integrert i styringsdokumentene til skolen.

2.5.1 Dybdeløring i naturfag

Holt og Voll (2019) har utarbeidet en modell for dybdeløring i naturfag som vil i korte trekk bli gjengitt her. Modellen beskrives som en prosess som er delt inn i kunnskaper, ferdigheter og holdninger (Holt & Voll, 2019, s. 33). Kunnskaper handler om at nytt fagstoff må kunne knyttes til det elevene allerede kan og sammenhenger, generelle prinsipper og mønstre bør bli gjort synlig for eleven. Undervisningen må gi rom at eleven kan utforske og utfolde sin kreativitet (Holt & Voll, 2019, s. 33-34). Ferdigheter handler om at elevene må få tid til å innøve sentral faglige ferdigheter slik at de kan automatiseres, begrunnelsen for dette er for at dersom slike ferdigheter blir automatisert, så kan hjernen ha mer kapasitet til å bruke på faglig forståelse (Holt & Voll, 2019, s. 34). I arbeid med mikrokontrollere kan en slik ferdighet være programmering, dersom eleven ikke trenger å bruke store mentale ressurser på programmeringen, kan han bruke mer tid på å forstå hva mikrokontrolleren kan brukes til og har større muligheter for eksperimentering og utforskning. Holt og Voll (2019) skiller her mellom instrumentell forståelse og relasjonell forståelse. Instrumentell forståelse forklares som å lære en prosedyre som en oppskrift eller et sett regler, relasjonell forståelse forklares som å forstå hvorfor reglene eller oppskriften er som den er (Holt & Voll, 2019, s. 34). I forhold til mikrokontrollere, så kan instrumentell forståelse være å følge en instruks på internett, mens relasjonell forståelse kan være å programmere mikrokontrolleren til å gjøre det eleven selv ønsker den skal gjøre. Når eleven selv programmerer mikrokontrolleren viser han at han har forstått hva de forskjellige programmeringskommandoene gjør eller blokkene i et blokkbasertspråk. Holdninger handler om at eleven må oppleve at undervisningen er relevant for dem og at de får en mestringsfølelse i undervisningen (Holt & Voll, 2019, s. 35).

2.6 Mikrokontrollere

Det kan være hjelpsomt å definere hva en mikrokontroller er når man snakker om bruken av disse. Store Norske Leksikon definerer mikrokontroller som «... en integrert krets som i tillegg til en prosessor inneholder noen funksjonsblokker, for eksempel minne og inn-ut-enheter, på den samme kretsen» (Larsen, 2021). Det finnes et utall av forskjellige typer, men noen av de mer populære i skolesammenheng er micro:bit og Arduino. Essensen i de er den samme, men de har litt forskjellige

funksjoner. I denne oppgaven vil micro:bit stå i fokus da denne oppleves som mest relevant for mellomtrinnet og er enheten som er valgt av skolene til informantene i denne studien. Micro:bit er utviklet av BBC som et svar på den akutte mangelen på kompetanse innenfor teknologi sektoren som Englend sto ovenfor i 2015 (BBC, 2021). I 2016 ga BBC ut micro:bit til alle elever som gikk «year 7» (tilsvarende 6. Trinn) i hele Storbritannia (BBC, 2021). Micro:bit har innebygget Bluetooth og mange innebygde sensorer for måling av for eksempel fuktighet, temperatur og lyssensor for å nevne noen. Den kan programmeres via Bluetooth eller USB og har egen app til nettbrett, og et eget utviklingsmiljø på internett. Micro:bit ble utviklet for at unge mennesker skulle kunne være kreative med digital teknologi og utvikle kompetanse innen vitenskap, teknologi og utvikling av teknologi. Den oppleves som velegnet for bruk i skolen da den er laget for å være lett å ta i bruk (Sentance, Waite, Hodges, et al., 2017, s. 531). Likevel finnes det utstyr som man bruke for å ekspandere funksjonene til micro:bit.

Elever som i naturfagundervisning tar i bruk robotiserte enheter slik som micro:bit kan oppleve en økning i motivasjon (Coşkunserçe, 2021, s. 58). Coşkunserçe (2021) hevder at dette kan være fordi elevene er interisert i robotisert teknologi og mener slik teknologi kan øke elevene sine holdninger og motivasjon (Coşkunserçe, 2021, s. 59). Coşkunserçe (2021) forklarer at dette kan være fordi arbeid med robotiserte enheter økte elevtilfredsheten hos elevene som deltok i studien (Coşkunserçe, 2021, s. 59). Man kan altså øke elevens motivasjon og tilfredshet ved å ta i bruk noe fysisk å programmere slik som micro:bit. Min og Kim (2020) hevder at å programmere noe fysisk er knyttet til mange av områdene innenfor algoritmisk tenkning slik som å bryte ned større problem i mindre enheter, abstraksjon og feilsøking (Min & Kim, 2020, s. 185). De knytter det også opp mot kunst og håndverk og hevder det støtter tverrfaglighet og gir elevene rom for kreativitet (Min & Kim, 2020, s. 185). Studien deres viste at øker hvor elever kan programmere noe fysisk øker deres algoritmiske tenkning og forståelse (Min & Kim, 2020, s. 194). Det bør nevnes at Min og Kim sin studie var begrenset i omfang og diversitet, 10 elever deltok frivillig i studien hvor alle var gutter.

2.6.1 Bruk av mikrokontrollere i undervisningen

Ettersom bruk av mikrokontrollere er et relativt nytt fenomen i norsk grunnskole, er det publisert lite norsk forskning og annen litteratur rundt bruk av disse i undervisningen. I forbindelse med et utdanningstilbud av vitensenteret, har NTNU på sine sider et hefte som gir en introduksjon til micro:bit (Rossing et al., 2020). Det er åpen tilgang til hefte, så lærere kan bruke det som en ressurs inn mot sin egen kompetanse. Boken «Programmering i skolen» (Haraldsrud et al., 2020) inneholder informasjon rundt programmering av micro:bit. Det er en del norsk litteratur som

omhandler teknologi på et mer generelt nivå, men lite som retter seg spesifikt mot mikrokontrollere. Danmark innførte i 2018 prosjektet ultra:bit som handler om å utvikle elevenes teknologiske ferdigheter, målet er å få elevene til å være kreative og skape noe ved hjelp av teknologi (UC SYD, 2022). Prosjektet har hatt devalueringer i 2018, 2020 og 2021. Undersøkelsene har vært kvantitative for både elever og lærere og resultatene blitt publisert til offentligheten. Gjennom ultra:bit prosjektet hadde lærere og elever mange positive opplevelser knyttet til bruk av micro:bit i undervisningen (se delkapittel 2.6.2 og 2.6.3) (Binau & Trolle, 2021).

2.6.2 Micro:bit og elever

Sentance et al. (2017) gjennomførte en studie som undersøkte elevenes opplevelse av å bruke micro:bit i undervisningen. Elevene var positive til bruk av micro:bit og var særlig fornøyd med dens bruksvennlighet. De var entusiastiske og elevene fremmet selv forslag til tverrfaglige bruk av micro:biten, Sentance et al. (2017) hevder dette støtter synspunktet at å programmere noe fysisk har en motiverende virkning på elevene (Sentance, Waite, Hodges, et al., 2017, s. 536). Elevene mente de forsto bedre fordi de kunne fysisk se hva de programmerte på micro:biten, i tillegg til at de kunne gjøre noe fysisk med selve micro:biten (Sentance, Waite, Hodges, et al., 2017, s. 536). Bruk av micro:bit som noe fysisk å programmere kan også invitere til muligheter for samarbeid.

Sentance, Waite, Hodges, et al. (2017, s. 535) fant at skoler som gjorde prosjekter med micro:bit hvor hver elev hadde sin egen, tok liten del i samarbeid. Dette hevder Sentance, Waite, Hodges, et al. (2017, s. 535) at er en forbigått mulighet da samarbeid er en av de potensielle mulighetene som ligger i å programmere noe fysisk. Micro:bit ga elevene mulighet til å lage noe som hadde et formål som elevene selv kunne bruke og dette ga elevene en mer meningsfull opplevelse. Elevene brukte også micro:bit til å være kreative og forsøkte forskjellige ideer (Sentance, Waite, Hodges, et al., 2017, s. 535). I den danske devalueringen i 2021 av ultra:bit prosjektet (Binau & Trolle, 2021) kommer det frem at de fleste elevene mener de kan kode, synes det er gøy å holde på med og ønsker å lære mer om det (Binau & Trolle, 2021, s. 17, 20, 22). Det elevene likte aller mest med micro:bit var å bruke den til å lage spill de kunne konkurrere i (Binau & Trolle, 2021, s. 23). Dette var tett etterfulgt av å finne på noe å lage selv med micro:bit og lage noe kreativt som har med teknologi å gjøre. Det var også en betydelig andel som svarte at de likte å arbeide med micro:bit fordi de kunne få den til å gjøre ting (Binau & Trolle, 2021, s. 23). Flertallet av elevene i devalueringen mente man kunne bruke micro:bit til å lage nye ting og at teknologi kunne brukes til undersøkelser i naturfag. Et mindretall av elevene mente man kunne bruke teknologi til problemløsning (Binau & Trolle, 2021, s. 34). Studien til Cheng et al. (2021) undersøkte hvilken virkning micro:bit hadde på elever sine problemløsningsevner og logiske tenkning gjennom samarbeid over internett (Cheng et

al., 2021). De fant en økning i elever sine evner til å løse problemer (Cheng et al., 2021, s. 35) som støtter Min og Kim (2020) påstand om at å programmere noe fysisk kan øke elevens evne til algoritmisk tenkning som i stor grad handler om problemløsning. Cheng et al. (2021, s. 35) fant også at det var en betydelig økning i elevene sine evner til logisk tenkning etter arbeid med micro:bit.

2.6.3 Micro:bit og lærere

Sentance, Waite, MacLeod, et al. (2017) undersøkte tilbakemeldinger fra lærere på flere områder etter introduksjonene av micro:bit. Blant områdene var klasseromsaktiviteter, elevengasjement, læringsmål, undervisningen med micro:bit og praktiske utfordringer (Sentance, Waite, MacLeod, et al., 2017, s. 92). De avdekket at lærerne bruker flere forskjellige former for aktiviteter. Litt under halvparten av lærerne lagde egne ressurser til undervisningen, mens majoriteten brukte noen av de ferdige oppleggende micro:bit har på sidene sine eller opplegg fra andre sider. Det var også en del lærere som brukte tilleggsutstyr utover de sensorene som er innebygget i micro:biten (Sentance, Waite, MacLeod, et al., 2017, s. 92-93). Sentance, Waite, MacLeod, et al. (2017) hevder at oppgavene som ligger på micro:bit sine sider kan øke den kognitive belastning for elevene, dette er begrunnet med at oppgavene som ligger på sidene er rene steg for steg instruksjoner og har lite rom for elevutforskning. Dette fører til økt kognitiv belastning fordi det krever mye lesing og prosessering av instruksjoner (Sentance, Waite, MacLeod, et al., 2017, s. 95). Dette forklares med at lærerne ikke hadde utforsket mulighetene i micro:bit og at dette kunne forklare hvorfor noen lærere lente seg mer på oppgavene på micro:bit sine sider. Videre hevder Sentance, Waite, MacLeod, et al. (2017, s. 96) at lærere som ikke er tilstrekkelig forberedt på introduksjonen av micro:bit kan slite med å hjelpe elevene å feilsøke når det oppstår problemer, de er for avhengig av steg for steg instruksjon og kan ikke se problemene med disse. For disse lærerne kan det være en fordel å ha et opplegg for hvordan man skal bruke micro:bit i undervisningen klart før de tar det i bruk (Sentance, Waite, MacLeod, et al., 2017, s. 96). Anbefalingene for å implementere micro:bit i undervisningen er følgende:

- lærere trenger tid til å planlegge, øve og utarbeide en plan for hvordan man tar micro:bit i bruk.
- prøve å konsultere med lærere som har erfaring med bruk av micro:bit og klarer å utarbeide undervisningsopplegg på egenhånd.
- man bør ha et sammenhengende opplegg som foregår over lengre tid fremfor å ha mange korte økter som ikke henger sammen.

- lærere bør få muligheten for å utvikle sin profesjon rundt arbeid med micro:bit i klasserommet

(Sentance, Waite, MacLeod, et al., 2017, s. 97).

En senere studie av Kaleliogli og Sentance (2019) undersøkte læreres erfaringer og oppfatninger rundt bruk av micro:bit som et hjelpemiddel for å undervise programmering. De fant at lærere var positive til bruk av micro:bit som et verktøy for å lære programmering. Lærerne mente micro:bit var lett for elevene å lære, engasjerte elevene, inneholdt ingen dyre komponenter og det var et stort antall prosjekter man kunne bruke den til. Det var også flere lærere som var med i studien som mente fordi elevene hadde noe fysisk å kjøre programmene sine på, så økte deres motivasjon for undervisningen (Kalelioglu & Sentance, 2019, s. 2588-2589). Kaleliogli og Sentance (2019) fant videre at lærere ofte brukte demonstrasjon, parprogrammering, utforskning, kopiering av kode og forklaring av kode verbalt som teknikker for undervisning med micro:bit. Parprogrammering og feilsøking var noen av strategiene som læreren mente var særlig effektive (Kalelioglu & Sentance, 2019, s. 2589). Lærere brukte ofte videoer og instruksjoner på internett som ressurser inn mot deres undervisning. Når lærere skulle vurdere læringsutbytte brukte de mer erfarne lærerne observasjon, mens mindre erfarne lærere ofte brukte prosjekter (Kalelioglu & Sentance, 2019, s. 2592-2593, 2599). I den danske devalueringen av ultra:bit prosjektet (Binau & Trolle, 2021) svarer lærerne at deres elever har lært å kode gjennom ultra:bit prosjektet (Binau & Trolle, 2021, s. 17). Lærerne svarer også at micro:bit har bidratt til å øke elevene sine interesse for teknologi og koding (Binau & Trolle, 2021, s. 23-24).

2.7 Programmering i skolen

Ettersom programmering er relativt nytt i grunnskolen i Norge, vil jeg her gå gjennom noen metoder man bruker internasjonalt ved undervisning av programmering og hvilke programmeringsspråk om ofte blir brukt. Før man starter å bruke mikrokontrollere i undervisningen, så kan det være lurt å først introdusere programmering. Programmering er en forutsetning for å kunne bruke mikrokontrollere, disse trenger instruksjoner for hva de skal gjøre, de må programmeres. Derfor kan man si at programmering er en nødvendig forkunnskap for å kunne bruke mikrokontrollere. I Bedre Skole mener Eidslott (2021, s. 24) at man ikke trenger å utdanne seg til en programmerer for å undervise programmering i skolen, man skal heller ikke utdanne elevene til å bli programutviklere. Han går så langt som å si at man heller ikke trenger å lære seg programmeringsspråket Python (Eidslott, 2021, s. 24). Han legger mer vekt på at læreren må være lærevillig, nysgjerrig, eksperimenterende og utholdende, dette er punkter som blir

underbygget av Lee (2020, s. 932). Samtidig som Eidslott (2021, s. 24) poengterer at det er forståelsen som bør stå i fokus og at elevene øver algoritmisk tenkning er det sentrale

2.7.1 Programmeringsspråk

Det finnes mange forskjellige programmeringsspråk. De fleste baserer seg på tekst og har det som kan oppleves som kompleks syntaks. En studie av Rich et al. (2018) undersøkte blant annet hva slags programmeringsspråk lærere fra 23 land bruker i undervisningen. Studien fant at Scratch var det mest brukte programmeringsspråket etterfulgt av Blockly og Python. Blant de 5 mest brukte programmeringsspråkene var 3 tekstbasert og 2 blokkbasert (Rich et al., 2018, s. 318). Rich et al. (2018) hevder at resultatene kan peke på at elevene starter med blokkbasert programmering og går etter hvert over til tekstbasert programmering. Videre fant studien at lærere underviste programmering oftere som et eget tema enn integrert i et fag. Når lærere underviste programmering som en del av et fag var det oftest innenfor matematikk etterfulgt av naturfag (Rich et al., 2018, s. 319).

2.7.2 Blokkprogrammering og tekstprogrammering

Det finnes to hovedformer for programmering. Tekstbasert programmering og blokkbasert programmering. Tekstbasert programmering baserer seg på tekst og forskjellig syntaks avhengig av programmeringsspråket. Blokkbasert programmering baserer seg på blokker som utfører de samme handlingene som teksten, men blokkene fungerer litt som et puslespill og det er forhåndsbestemt hvilke blokker som passer sammen. Det vil hindre programmereren fra å lage kode som ikke vil la seg kompilere eller kjøre.

Eidslott anbefaler i artikkelen «Programmering for alle» å starte med klosseprogrammering (blokkprogrammering), dette fordi han hevder tekstprogrammering vil for mange elever være både vanskelig og kjedelig. Blokkprogrammering har de fordelene at det er enkelt å komme i gang, det er visuelt, programmet krasjer ikke, det er lett å eksperimentere og elevene vil oppleve mestring tidlig (Eidslott, 2021, s. 25). Han legger også vekt på at det er viktig å få elevene til å være kreative, bryte ned problemer i små mindre biter, og prøve og feile (Eidslott, 2021, s. 27).



Figur 2.3 Blokkprogram

```

1 let Tall = 0
2 input.onButtonPressed(Button.A, function () {
3   Tall = randint(0, 4)
4   basic.showNumber(Tall)
5 })

```

Figur 2.4 Tekstprogram (Javascript)

Figur 2.3 og figur 2.4 viser det samme programmet i blokkform og tekstform (javascript), utklippene er tatt fra micro:bit sitt eget utviklingsmiljø hvor man kan lett veksle mellom blokker og javascript eller python programmeringsspråk. Programmet er en av introduksjonsprogrammene til micro:bit fra kidsakoder.no (Revdahl, 2022). Dette illustrerer forskjellen mellom blokkprogrammering og tekstprogrammering, i tekstprogrammering er mellomrommene, innrykket, tegnsettingen og stor bokstav på riktig sted blant elementene som er kritiske for at programmet skal fungere. Det er dette Eidslott viser til når han sier at programmet ikke krasjer når man bruker blokker (Eidslott, 2021, s. 25). Dette er fordi det ganske enkelt ikke er mulig å gjøre disse feilene når man programmerer med blokker.

Bau et al. (2017, s. 74) hevder at det er tre hovedgrunner til at blokkprogrammering er lettere å lære. Den første grunnen går utpå at det er lettere å gjenkjenne blokker enn å huske vokabularet til et tekstbasert programmeringsspråk (Bau et al., 2017, s. 77). Den andre grunnen er at å kode med blokker kan reduserer den kognitive belastningen sammenlignet med koding med tekst som er en høy kognitiv belastning for nybegynnere. Den tredje og siste grunnen er at blokker forhindrer at brukeren gjør feil ved at blokkene ikke kan settes sammen (Bau et al., 2017, s. 77). Men blokkprogrammering er ikke uten sine ulemper. Blokkene tar mer plass på skjermen enn tekst, så det kan være mindre oversiktlig i større program. Dette fører til at navigering er mer utfordrende i blokkbaserte programmeringsspråk (Bau et al., 2017, s. 77). Hvor stort problem dette er i en skolesammenheng er uavklart. Typiske program på mellomtrinnet vil antagelig ikke være så store at

fordelene ved blokkprogrammering vil veie opp for ulempen. Forskning viser at et blokkprogrammeringsspråk kan øke elevenes evner til problemløsning (Tekerek & Altan, 2014, s. 137), i utdanningsdirektoratet sin definisjon av algoritmisk tenkning blir dette omtalt som en problemløsningsmetode, en økning i elevens evne til problemløsning kan derfor tolkes som en økning i deres evne til algoritmisk tenkning.

En studie av Iskrenovic-Momcilovic (2019) kombinerte de blokkprogrammeringsspråket scratch med parprogrammering og sammenlignet elevenes programmeringsevner. Elevene som programmerte i par hadde et høyere nivå av programmeringsevner sammenlignet med elevene som programmerte alene (Iskrenovic-Momcilovic, 2019, s. 2947). Programmering med blokker har også et potensiale for å øke elevens evne til abstraksjon (Çakıroğlu et al., 2021, s. 8) som kan videre styrke koblingen mellom blokkprogrammering og algoritmisk tenkning. Dette er fordi abstraksjon nevnes som en av nøkkelferdighetene av Utdanningsdirektoratet (2021) for den algoritmiske tenkeren (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2). Det er dog ikke nok å kun holde på med programmering i undervisningen. I Jiang og Li (2021) sin studie kommer det frem at handlingen å programmere i scratch er alene ikke nok til å øke elevenes sin algoritmiske tenkning. De hevder at for å trene algoritmisk tenkning, må man også gi elevene meningsfulle programmeringsoppgaver og kombinere dette med spesifikke emner (Jiang & Li, 2021, s. 520). Blokkprogrammering kombinert sammen med robotiserte enheter, slik som micro:bit med tilleggsutstyret bit:bot, har vist seg å kunne bidra til elevens forståelse av programmeringsprinsipper slik som løkker, sekvenser og hvis-setninger (López et al., 2021, s. 106). Videre kan det bidra til at elevene opplever økt entusiasme, motivasjon og trivsel (López et al., 2021, s. 107).

2.8 Didaktiske tilnærminger

I dette kapitlet vil det bli presentert forskjellige didaktiske tilnærminger til programmeringsundervisning. Disse metodene har støtte i internasjonal forskning og enkelte metoder brukes også på et høyere nivå slik som i arbeidslivet. Metodene kan danne en grunnmur for hvordan man kan organisere programmeringsundervisning i klasserommet for å støtte elevene i deres læring.

2.8.1 Parprogrammering

Parprogrammering er en metode som ofte blir brukt innenfor programvareutvikling, for eksempel innenfor den smidige utviklingsmetoden eXtreme Programming (Sommerville, 2016, s. 83).

Parprogrammering handler om at det er to personer med forskjellige roller som programmerer på en og samme enhet (Werner & Denning, 2009, s. 30). På samme måte som i en rallybil er det en som kjører(programmerer) og en som fungerer som kartleser(navigatør). I motsetning til i en rallybil så vil personer som holder på med parprogrammering bytte roller underveis.

For å lykkes med parprogrammering, kreves det samarbeid mellom personene (Werner & Denning, 2009, s. 30). For å øke sannsynligheten for vellykket samarbeid, bør man sette sammen par som kommer overens med hverandre (Werner & Denning, 2009, s. 32), dersom det er elever som ikke kommer overens, ikke vil arbeide sammen, vil parprogrammering ikke fungere. Par i parprogrammering som består av en sterk elev og en svakere elev, kan føre til at den svake elev er involvert og aktiv i førerrollen, men blir passiv i navigatorrollen (Bodaker & Rosenberg-Kima, 2022, s. 13). Parene i parprogrammering bør altså være på omtrent samme faglige nivå og kunne arbeide sammen, dette krever at læreren må kjenne sin klasse for å legge til rette for parprogrammering. Parprogrammering kan føre til økt selvtillit og problemløsningskompetanse (Werner & Denning, 2009, s. 32). En studie av Zhong et al. (2016) fant at jenter fikk større selvtillit og bedre utbytte av parprogrammering (Zhong et al., 2016, s. 429), dette er verdt å nevne ettersom Bodaker & Rosenberg-Kima (2022) fant i sin studie at gutter presterte betydelig bedre på det som opplevdes som den vanskeligste oppgaven i deres studie (Bodaker & Rosenberg-Kima, 2022, s. 13). Parprogrammering kan derfor være et verktøy for å minske en eventuell forskjell mellom gutter og jenter innenfor programmering.

En annen studie av Zhong, et al. (2017) fant at parprogrammering kan redusere frustrasjon, øke tilfredshet med og fremme positive holdninger til programmering (Zhong et al., 2017, s. 229). Studien undersøkte hvordan intervallet mellom rollebytte i parprogrammering spilte inn på læringsutbytte. De fant at å bytte roller hvert femte minutt eller gi elevene mulighet til å være med å bestemme når de skulle bytte, med litt hjelp, resulterte i høyere måloppnåelse enn å bruke lengre faste intervaller (Zhong et al., 2017, s. 230). Videre viste det seg at å bytte roller mellom hver økt hadde en negativ konsekvens på elevtilfredshet.

2.8.2 PRIMM modellen

PRIMM er en tilnærming til programmeringsundervisning som blir beskrevet i detalj av Sentance et al. (2019). PRIMM modellen handler om at personer som er nye innenfor programmering ikke skal lage program før de er i stand til å lese og forstå dem. Modellen forsøker å løse dette ved å undersøke og diskutere eksempel program. PRIMM består av fem faser: Predict, Run, Investigate, Modify og Make (Sentance et al., 2019, s. 148).

I den første fasen *Predict*, altså forutse, er målet at elevene skal diskutere et program og forsøke å forutse hva programmet gjør. I denne fasen er fokuset på funksjonen til koden, altså hva den gjør (Sentance et al., 2019, s. 148). Elevene kan så laste ned koden og kjøre den for å se om koden gjør det de tror. Sentance et al. (2019, s. 148-149) understreker her at det er viktig at de ikke kopierer koden, altså at de ikke skriver av koden direkte da dette er en annen prosess. De anbefaler at programmer som brukes som eksempel er lagret på en lett tilgjengelig database. I den neste fasen *Investigate*, altså undersøke, er målet at elevene skal svare på spørsmål som er rettet mot deres forståelse av koden (Sentance et al., 2019, s. 149). Spørsmålene bør være rettet til den samme koden som de kjørte i predict fasen. Å produsere gode spørsmål i denne fasen krever en god forståelse av programmering fra lærerens side og kjennskap til typiske elevmisforståelser knyttet til programmering. Spørsmålene kan være knyttet til små kodeutdrag og bør kunne diskuteres i par eller i grupper (Sentance et al., 2019, s. 149). Målet med dette er at elevene skal utvikle ordforrådet de trenger for å kunne snakke om programmet. Den neste fasen etter investigate er *modify*, altså modifisere. Her kan elevene bygge på eksisterende programmer for å modifisere dem (Sentance et al., 2019, s. 150). Tilrettelegging av strukturerte aktiviteter kan her la elevene arbeide seg fra å gjøre enkle endringer til større endringer som endrer funksjonen til programmet. Sentance et al. (2019, s. 150) hevder at å ha et eksisterende program å modifisere gir eleven selvtillit og noe de kan bygge videre på. Elevene kan også få oppgaver som handler om å fjerne åpenbare feil med programmet slik at det fungerer slik oppgaven beskriver. Den siste fasen er *make*, altså lage, og i denne fasen skal elevene lage nye programmer fra bunn av med utgangspunkt i en problembeskrivelse. Dette krever at de bruker det de har lært om programmeringskonsepter slik som hvis-setninger og løkker (Sentance et al., 2019, s. 150). Når man først starter opp med programmeringsundervisning kan det hende det siste stadiet blir for utfordrende for noen elever, men alle stadiene trenger ikke skje i en økt. Dette poenget blir støttet oppunder i den kvalitative delen av undersøkelsen til Sentance et al. (2019, s. 160), hvor det kommer frem at ikke alle elevene kom helt til det siste stadiet selv etter ti ukentlige leksjoner. Sentance et al. (2019) gjennomførte en studie som undersøkte læreres erfaringer ved bruk av PRIMM modellen. Studien viste at elevene som hadde gjennomgått økter

med PRIMM gjorde det bedre i den avsluttende prøven enn elevene som hadde gjennomgått skolens vanlige program for programmeringsundervisning (Sentance et al., 2019, s. 165-166). Sentance et al. (2019) forklarer dette resultatet ved at lærerne rapporterte at det var positivt at elevene var kjent med PRIMM rutinen (Sentance et al., 2019, s. 166). De visste altså hvordan timen var strukturert ettersom i PRIMM er strukturen den samme selv om innholdet kan endre seg. Studien avdekket også at lærere fant at PRIMM modellen ga dem både økte selvtillit til å undervise i programmering og strategier de kunne bruke i fremtiden (Sentance et al., 2019, s. 168).

En studie utført av Neutens et al. (2021) sammenlignet elevens evne til algoritmisk tenkning og grunnleggende forståelse for programmerings prinsipper ut ifra hvilket læringsløp de hadde brukt (Neutens et al., 2021, s. 1299). Det ene læringsløpet var basert på at eleven fikk presentert en kode som de skulle fikse, dette kan sammenlignes med oppgaver elevene kan få i modify stadiet i PRIMM-modellen. Det andre gikk ut på at elevene skulle lage programmet på egenhånd, som i PRIMM-modellen tilsvarer make stadiet. Utvalget besto av elever med tidligere programmeringserfaring, men ikke som en del av deres læreplan (Neutens et al., 2021, s. 1301, 1304). Neutens et al. (2021) fant at elevene i gruppen som skulle fikse feil i en kode hadde gjort det dårligere i testen enn elevene som skulle lage program fra bunn av (Neutens et al., 2021, s. 1309). Neutens et al. (2021) hevder at dette kan ha en sammenheng med kognitiv belastning, hvor lese og forstå kode er mer krevende enn å skrive kode. De fortsetter med at det også kan ha en sammenheng med at elevene i fiksgruppen interagerer mindre med koden, brukte færre programmeringsprinsipper og var mindre engasjerte når de utførte oppgaven (Neutens et al., 2021, s. 1309). Selv om de to læringsløpene tilsvarer individuelle stadier i PRIMM-modellen, så vil ikke resultatene ha noen betydelig relevans for PRIMM-modellen som en metode for programmeringsundervisning. Dette er fordi PRIMM er en strukturert prosess og Neutens et al. (2021) sin studie undersøkte to distinkte læringsløp som tilsvarer to stadier i PRIMM, men utenfor en PRIMM kontekst. Det Neutens et al. (2021) sin studie kan peke på er at det å la elevene lage kode fra bunn har sine fordeler. Også verdt å nevne er at studien fant ikke en betydelig forskjell mellom gruppens evne til algoritmisk tenkning (Neutens et al., 2021, s. 1309). Dette kan være et viktig poeng da kanskje det viktigste bidraget til programmering i skolen er å øke elevenes evne til algoritmisk tenkning.

2.8.3 Seks stegs modell for undervisning med mikrokontrollere

Lee (2020) har utarbeidet en seks stegs modell for lærere som skal bruke mikrokontrollere i undervisningen. Modellen er basert på lavkost mikrokontrollere slik som Arduino, men kan også brukes med andre mikrokontrollere slik som micro:bit. Det første steget i modellen handler om å velge ut et tema basert på hva elevene skal gjennom (Lee, 2020, s. 924), læreplanmålene kan være et eksempel. Dette må være mål som inviterer til bruk av mikrokontrollere, et eksempel fra læreplan i naturfag etter 7.trinn er «utforske, lage og programmere teknologiske systemer som består av deler som virker sammen» (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 8). Det neste steget handler om å utforske hvordan man kan implementere mikrokontrollere for å oppfylle målet. Dette kan være ved å søke etter undervisningsopplegg på internett, tilpasse innhold fra lærebøker eller lese studier som handler om mikrokontrollere (Lee, 2020, s. 924). Lee fortsetter med steg tre hvor læreren må få tak i læremateriell dersom det ikke allerede er på plass, og forenkle oppgavene så mye som mulig for elevene. Her må læreren også eksperimentere med programmering og oppkobling av mikrokontrollere. Det neste steget handler om å forberede fremvisningen av oppgaven som ble utarbeidet i de forrige stegene. Dette inkluderer eventuelt mal til programmet avhengig av hvor mye erfaring klassen har med programmering. Lee anbefaler å bruke bilder og/eller video som demonstrasjon for oppkobling av mikrokontrolleren. Dette fordi det er relativt små komponenter og koblinger og det kan derfor være vanskelig for elevene å se hva læreren demonstrerer foran i klasserommet (Lee, 2020, s. 925). Steg fem handler om å gjennomføre opplegget som er planlagt. Gjennomføringen starter med at elevene ser på hva læreren gjør i videoen eller bildene, deretter lager de det oppgaven spør etter og avslutter med at de kan gjøre forbedringer de selv kommer på underveis. Slik kan elevene få et eierforhold til det de skaper. Det siste steget handler om å reflektere over økten, hva var det som gikk bra eller kunne blitt forbedret. Det kan dukke opp uforutsette problemer eller hindre i løpet av økten og det er i dette steget disse kan bli utbedret. (Lee, 2020, s. 926).

2.9 Kompetanseutvikling i skolen

Kompetanseutvikling er et viktig tema for at lærere skal utvikle seg videre og når det kommer til å innføre nye undervisningsverktøy eller modeller i skolen. I Utvalget i NOU 2015:8 mener utvalget at profesjonsutøvelsen bør blant annet være basert på relevant forskning og at lærere inngår i et profesjonsfellesskap som reflekterer og utvikler sin praksis i samspill med kollegaer (NOU 2015:8, s. 91). I NOU 2015:8 anbefales det at undervisningspraksisen skal være forskningsbasert og at dette bør være et prioritert område i kompetanseutviklingen (NOU 2015:8, s. 96). Selve

kompetanseutviklingen, anbefaler utvalget at skal foregå over en lengre tidsperiode og bør legge til rette for målrettet og systematisk arbeid. I NOU 2015:8 understrekes det også at tiltakene må følges opp av forskning og evaluering (NOU 2015:8, s. 96). I Meld. St. 21 (2016-2017) understreker departementet viktigheten av kompetanseutvikling og presenterer målet med endringene i hvordan kompetanseutviklingen er organisert. Dette målet er at skoler, kommuner og fylkeskommuner skal samarbeide med lokale universiteter og høyskoler for å drive lokal utvikling av skolene (Meld. St. 21, 2016-2017, s. 84). Departementet fastslår at kompetanseutviklingen skal være basert på forskning og kunnskap, og at det er universiteter og høyskoler som skal stå for kompetanseutviklingstiltakene (Meld. St. 21, 2016-2017, s. 86). Videre skal disse institusjonene ha et tett samarbeid med profesjonsfelleskapene på skolene og de lokale skolemyndighetene, dette er for at innholdet i tiltakene skal være relevant. Profesjonsutøvelsen skal ifølge den overordnede delen av læreplanen være basert på forskningskunnskap og erfaringskunnskap (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 18). Skoleutvikling er avhengig av et profesjonsfelleskap som er opptatt av elevenes læring, er reflekterte og bruker forskning- og erfaringsbasert kunnskap i både profesjonsutøvelse og profesjonsutvikling (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 18). Det er dermed godt grunnlag for en forskningsbasert undervisningspraksis i styringsdokumentene for skolen. Skoleutvikling krever at alle de ansatte i skolen tar del i profesjonsfelleskapet i skolen, er opptatte av hvordan praksisen bidrar til elevenes læring, og at det reflekteres over hvilke utviklingsbehov det er (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 19).

2.9.1 Forskningsbasert utvikling i skolen

I norsk skole har den erfaringsbasert undervisningspraksisen et godt fotfeste (Ogden, 2020, s. 197). Erfaringsbasert undervisningspraksis kan sies å gå utpå at lærerne fortsetter med det de føler har fungert tidligere. Forskningsbasert undervisningspraksis går utpå at lærerne baserer sin undervisningspraksis på forskning på hva som fungerer der hvor det er forskning tilgjengelig (Ogden, 2020, s. 197). De nordiske landene Danmark, Finland, Norge og Sverige har en tradisjon med å gi lærerne en høy grad av autonomi og dette kan fungere som et hinder mot innføring av forskningsbasert undervisningspraksis (Dyssegaard et al., 2017, s. 139). Lærere kan også oppleve forskningen som lite relevant for deres undervisningspraksis og mangle tiltro til forskningen. Dersom lærere føler seg tvunget til å ta i bruk undervisningspraksis basert på forskning, så kan de føle seg mindre forpliktet til å gjennomføre den type undervisningspraksis og kan motarbeide dets innføring (Ogden, 2020, s. 214). Kanskje det største hinderet for innføringen av forskningsbasert undervisningspraksis er tid, lærere i fra alle land som var med i Dyssegaard et al. (2017) sin undersøkelse meldte om at de var under tidspress og at introduksjon av forskningsbasert

undervisningspraksis opplevdes som en ekstra byrde (Dyssegaard et al., 2017, s. 140). Dyssegaard et al. (2017) konkluderte i sin undersøkelse med at det er seks nøkkelområdet som er viktig i innføringen av forskningsbasert undervisningspraksis: ledelsen, profesjonsutvikling, støttesystemer, evaluering av implementering, holdninger og oppfatninger, og holdbarhet (Dyssegaard et al., 2017, s. 142). Det viktigste nøkkelområde er lederskap, dette handler om at innføring av ny praksis må følges opp på alle nivåer. Skoleledelsen og skoleteam må gjennom hele prosessen være entusiastiske støttespillere av innføringen av den nye praksisen. Skoleledelsen må velge ut noen lærere som kan ta ansvar for prosessen og motivere hele profesjonsfelleskapet samtidig som å forberede de på eventuelle utfordringer (Dyssegaard et al., 2017, s. 142). Det neste området er profesjonsutvikling, dette deler Dyssegaard et al. (2017) i to deler, den første delen går ut på lærerutdanningen og den andre delen går ut på lærerens utvikling av sin profesjon. I Norge er lærerutdanningen fra 2017 blitt gjort om til en 5-årig utdanning på masternivå, denne utdanningen skal være rotfestet i forskningsbasert undervisningspraksis (Forskrift om plan for grunnskolelærerutdanning, 2016, § 1). Utviklingen av læreren sin profesjon, bør foregå på mange nivå. Det inkluderer å observere hverandres praksis, samarbeid i team, video opptak av egen praksis og tilbakemelding fra elevene, i tillegg til å delta på kurs som introduserer ny kunnskap (Dyssegaard et al., 2017, s. 143). Lærere i profesjonsfelleskapet bør ha anledning til å dele erfaringer med hverandre, og skoler kan med fordel samarbeide med lokale universiteter (Dyssegaard et al., 2017, s. 143). Det neste området er støttesystemer som handler om at bruk av forskningsbasert undervisningspraksis må være en prosess som er støttet av noen systemer. Det kan være samarbeid med det lokale universitet, informasjonsdatabaser, eller konsulenter (Dyssegaard et al., 2017, s. 143). Dyssegaard et al. (2017) hevder at ofte krever implementeringen av forskningsbasert undervisningspraksis mer opplæring og tid enn det som blir bevilget, i tillegg er oppfriskningskurs og evaluering av implementeringen nødvendig (Dyssegaard et al., 2017, s. 143-144). Evaluering av implementering er det neste område og det handler om å evaluere hvordan prosessen går. Innsamling av data fra elevene og erfaringsdeling er blant metodene man kan gjøre for å evaluere implementeringen. Mangel på tid, møter og at lærere opplever det som implementeres som lite relevant er blant hindrene som kan komme i veien for evalueringen (Dyssegaard et al., 2017, s. 144). Det femte området handler om holdninger og oppfatninger. For at implementeringen skal bli vellykket, må lærere har en positiv holdning til arbeidet og være åpne for å endre sin praksis i tråd med forskningen (Dyssegaard et al., 2017, s. 144). Det siste området for vellykket implementering av forskningsbasert undervisningspraksis er holdbarhet. Det handler om å kommunisere, planlegge, ha gode relasjoner og ha et godt samarbeid (Dyssegaard et al., 2017, s. 145).

2.9.2 Lærerutvikling

Guskey (2020, s. 67) hevder at profesjonsutvikling forsøker å ha en innvirkning på tre hovedområder: Læreres holdninger og oppfatninger, læreres klasseromspraksis og elevenes læringsutbytte. Det interessante her ifølge Guskey (2020, s. 67) er rekkefølgen det er ført opp i. Tanken er at en endring i læreres holdninger og oppfatninger vil føre til endringer i deres klasseromspraksis og deretter til elevenes læringsutbytte (Guskey, 2020, s. 67). Guskey (2020, s. 62) hevder at mange ledere, konsulenter og forfattere forsøker å skape kognitive dissonans hos lærerne for å få de til å endre sin praksis. Kognitiv dissonans er et konsept som kommer fra Leon Festinger og handler om at når et individ kommer i en konfrontasjon med ny informasjon eller havner i en situasjon som er i strid med individets tanker så vil det oppstå en kognitiv dissonans (Festinger, 1957, 1962, referert i Guskey, 2020, s. 62). Når det oppstår en kognitiv dissonans, vil individet gjøre en av tre ting: ignorere det nye, endre det nye for å passe til deres oppfatning eller endre sin oppfatning til å stemme overens med det nye (Guskey, 2020, s. 62).

Guskey (2020, s. 62-64) hevder at å forsøke å få til endring i lærere sin praksis ved å tvinge på kognitiv dissonans ikke er en metode som kommer til å produsere en langsiktig endring i lærere sin praksis. Mennesker sine oppfatninger og holdninger kommer fra mennesker sin tidligere kunnskap og deres erfaringer. Derfor mener Guskey (2020, s. 64) at profesjonsutvikling som har som mål å trigge en kognitiv dissonans hos lærere ikke fungerer. En endring i læreres oppfatninger og holdninger skjer først etter at de merker at læringsutbytte hos elevene har økt. En slik endring finner sted først etter at lærere har gjort spesifikke endringer ved sin praksis (Guskey, 1985, s. 381-382). Kompetanseutvikling i seg selv er ifølge Guskey (2020, s. 68) ikke nok for å få til en betydelig endring i lærere sin praksis. Lærere endres ikke ved at de blir fortalt eller vist hva de skal gjøre, de blir endret av sine egne erfaringer (Guskey, 2002, s. 383-384). Derfor hevder Guskey (2002, s. 384) at lærere kun vil endre sine oppfatninger og holdninger etter at de har opplevd en betydelig økning i elevens læringsutbytte. Dette trenger ikke nødvendigvis kun være en økning av faglig forståelse hos eleven, men kan også være elevmotivasjon, engasjement eller elevens holdninger til læring (Guskey, 2020, s. 69). Når man skal lære seg noe nytt så krever det både tid og innsats, i tillegg vil endringer som kan øke effektiviteten til lærere og øke læringsutbytte for elevene kreve ekstra arbeid (Guskey, 2020, s. 72). Lærere kan være motvillig for å ta i bruk ny praksis, dette er fordi de ikke vil risikere å feile som betyr at elevene kan være mindre engasjert, ha mindre motivasjon og dermed lavere læringsutbytte enn ved læreres etablerte praksis (Guskey, 2020, s. 72). For å få til varig endringer i lærerpraksis trenger de å få tilbakemelding på resultatene. Med det menes det at lærerne trenger å så se at deres arbeid med å ta i bruk ny praksis utgjør en forskjell i elevens læringsutbytte

(Guskey, 2020, s. 73). De må oppleve at den nye praksisen fungerer og dette bør skje kort tid etter implementeringen, dersom de må vente lang tid før de kan se at praksisen fungerer, vil de trolig droppe den og gå tilbake til sin tradisjonelle praksis (Guskey, 2020, s. 74).

2.9.3 Lærende organisasjoner

Peter Senge (1990/1991) regnes ofte som en av opphavspersonene bak begrepet lærende organisasjoner. En lærende organisasjon er ifølge Senge (1990/1991) en organisasjon hvor mennesker blir oppmuntret til å tenke på nye måter, blir flinkere til å lære i fellesskap, hvor de videreutvikler sine evner slik at de kan oppnå resultatet de ønsker og at kollektive ambisjoner blir satt fri (Senge, 1990/1991, s. 9). Senge (1990/1991) beskriver fem disipliner som er viktige for at en lærende organisasjon skal lykkes: personlig mestring, mentale modeller, felles visjon, gruppelæring og system tenkning. En lærende organisasjon er avhengig av at menneskene ved organisasjonen er villig til å foreta individuell læring, menneske må være villig til å arbeide for å utvikle sine holdninger og ferdigheter (Senge, 1990/1991, s. 145). Dette er en forutsetning, men ikke en garanti, for en lærende organisasjon. Personlig mestring handler om mer enn bare kompetanse, det er en disiplin som handler om å ha et mål klart for seg og arbeide for dette målet. Dette krever også en objektiv oppfatning om hvor man befinner seg i forhold til målet (Senge, 1990/1991, s. 147).

Mennesker har innebygde generaliseringer og antagelser som påvirker hvordan vi handler og hvordan vi oppfatter verden og hendelser. Dette kaller Senge (1990/1991, s. 14) mentale modeller. En lærende organisasjon må arbeide med å utvikle mennesker sine mentale modeller, dette gjøres ved å lære nye ferdigheter og bruke ny kunnskap slik at de nye ferdighetene blir en del av praksisen ved organisasjonen (Senge, 1990/1991, s. 191). Om organisasjonen ikke arbeider med de mentale modellene vil det føre til at organisasjon holder seg til det som er kjent og trygt. Å kontrollere de mentale modellene er avhengig av refleksjonsferdigheter (Senge, 1990/1991, s. 196).

Refleksjonsferdigheter starter med det Senge (1990/1991, s. 197) kaller abstraksjonssprang. Abstraksjonssprang handler om at mennesker ofte tolker en rekke enkelte hendelser til en generalisering, man stopper altså ikke opp og tenker over en hendelse eller observasjon, isteden hopper tankene rett over på en generalisering. For å oppdage slike abstraksjonssprang kan man stille seg selv spørsmål til hvordan verden fungerer (Senge, 1990/1991, s. 197-198), det handler altså om å kunne reflektere over egne tanker og generaliseringer. Den neste disiplinen er felles visjon. Denne disiplinen handler om at det alle i en organisasjon ønsker å oppnå et felles mål (Senge, 1990/1991, s. 212). Dette kan knytte mennesker sammen og skape en følelse av å tilhøre et fellesskap. Uten en felles visjon i organisasjonen kan læringen i organisasjonen mangle energi og menneskene ved

organisasjonen kan føle seg mindre forpliktet til å oppnå målene organisasjonen har satt seg (Senge, 1990/1991, s. 212). Å skape en felles visjon i en organisasjon krever at organisasjonen sin visjon også er menneskene i organisasjonen sin visjon. Tradisjonelle tanker som at visjonene alltid blir kunngjort fra toppen av organisasjonen må legges til side når man snakker om en felles visjon. En slik visjon tar ikke individers personlige visjon til etterretning. Menneskene ved organisasjonen har liten mulighet til å stille spørsmål til visjonen og virkelig forstå den (Senge, 1990/1991, s. 218). Det fører til at menneskene ikke føler seg forpliktet til visjonen og den vil dermed ikke inspirere dem. Dette betyr dog ikke at en visjon ikke kan komme fra toppen av organisasjonen. Det det betyr er at man må lytte til mennesker som ikke er i lederposisjoner. Den felles visjonen er ikke felles før den er knyttet til den personlige visjon hos menneskene i organisasjonen (Senge, 1990/1991, s. 219). Bak en slik felles visjon ligger det et menneskelig ønske om å tilhørighet (Senge, 1990/1991, s. 234). Menneskene i organisasjonen trenger å snakke sammen og respektere hverandres synspunkter for å samle seg rundt en felles visjon.

Gruppelæring er den neste disiplinen som kjennetegner en lærende organisasjon. Gruppelæring handler om en sammensatt gruppe av personer som har en følelse av personlig mestring og har en felles visjon. Men dette er ikke alene nok, for selv om en gruppe har oppnådd personlig mestring og en felles visjon, betyr ikke dette at de makter å lære sammen (Senge, 1990/1991, s. 238).

Gruppelæring i en organisasjon består av tre dimensjoner: behovet for å tenke innsiktsfullt, behovet for innovativ og koordinert handling og påvirkning på andre (Senge, 1990/1991, s. 239). Behovet for å tenke innsiktsfullt handler om at grupper må lære hvordan de skal kunne utnytte potensiale som ligger i deres kollektive hjernekraft. Behovet for innovativt og koordinert handling handler om at gruppe-medlemmene må ha opprettet en relasjoner mellom hverandre og kan stole på andre medlemmer, som vil føre til at medlemmer utfyller hverandre (Senge, 1990/1991, s. 239).

Påvirkning på andre handler om at en gruppe i organisasjonen har potensiale for å påvirke andre grupper i organisasjonen. Overordnede gruppers handlinger har ofte en innvirkning på andre grupper som kan føre til at lærergrupper oppmuntrer hverandre til å videreformidle praksis og ferdigheter (Senge, 1990/1991, s. 239).

Den femte og siste disiplinen er systemtenkning. Systemtenkning handler om at hver hendelse påvirker noe annet (Senge, 1990/1991, s. 12), det er grunnlaget til disiplinene og handler om at hva som skjer i den ene dimensjonen kan påvirke den andre (Senge, 1990/1991, s. 76). Det vesentlig ved systemtenkning er ifølge Senge (1990/1991):

- Å se relasjoner og gjensidige påvirkninger fremfor lineære kjeder med årsak og virkning

- Å se endringsprosesser fremfor øyeblikksbilder

(Senge, 1990/1991, s. 80)

Det grunnleggende bak systemtenkning er det Senge (1990/1991, s. 80) kaller «feedback». Senge (1990/1991, s. 86) skiller mellom to typer feedback-prosesser, forsterkende og balanserende. Forsterkende feedback går ut på at små hendelser kan vokse til større konsekvenser. Dette kan være både gode og onde sirkler (Senge, 1990/1991, s. 88). Et eksempel på dette er en lærer som har en dårlig oppfatning av en elev. Læreren kan mene at eleven ikke er motivert til å delta i undervisningen, læreren vil så tildele eleven mindre oppmerksomhet. Eleven på sin side kan være lite motivert på bakgrunn av hendelser i hjemmet, kombinerer det med mindre oppmerksomhet fra læreren og eleven kan trekke seg mer tilbake og havne inn i en ond sirkel hvor eleven gjør det dårligere og dårligere på skolen (Senge, 1990/1991, s. 88). Men det kan også skje andre veien, ved at læreren oppfatter eleven som motivert for undervisning og vier derfor eleven mer oppmerksomhet. Dersom eleven også har gode forhold hjemme, kan eleven dermed utvikle seg i en positiv retning. På denne måten kan en forsterkende feedback prosess være positiv eller negativ. Balanserende feedback handler om å opprettholde et mål eller en tilstand (Senge, 1990/1991, s. 90). Dersom målet med en endringsprosess ikke er kjent, vil det være dømt til å mislyktes. Det er en balansegang mellom stabilitet og motstand mot endring, som ofte kommer i møte med trusler mot tradisjonelle normer (Senge, 1990/1991, s. 95). Forsinkelser beskriver Senge (1990/1991, s. 96) som tiden det tar før en variabel virker inn på en annen. Det vil i de aller fleste feedback-prosesser finnes forsinkelser, de bør oppdages og arbeides med for at de ikke skal få negative konsekvenser. Når vi starter en endringsprosess er det med den forståelsen at det vil ta tid før vi kan se virkningene av den (Senge, 1990/1991, s. 96). Det vil for eksempel ta flere år før man får se den fulle effekten av det nye læreplanverket.

2.10 Pedagogiske tilnærminger

I Norge er det slått fast at undervisningen i skolen skal støtte elevenes sosiale læring og utvikling (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 10). Norsk skole baserer seg altså på sosiokulturell læringsteori hvor Vygotskji er sentral. Fra Vygotskji kom ideen om den proksimale utviklingssonen (Vygotsky, 1978b, s. 86). Se for deg to konsentriske sirkler, området i den innerste sirkelen er alt det eleven klarer på egen hånd uten ekstern hjelp, dette kaller Vygotskji faktisk utviklingsnivå (Vygotsky, 1978b, s. 86). Området mellom den innerste sirkelen og den ytterste sirkelen er det eleven kan få til med ekstern hjelp, dette kaller Vygotskji potensielt utviklingsnivå (Vygotsky, 1978b, s. 86). Ved bruk av den proksimale utviklingssonen vil eleven få oppgaver som er innenfor en av disse nivåene. I forhold til programmering, så er det ikke utelukkende læreren som fungerer

som ekstern hjelp. Blokkprogrammering i seg selv kan også sees på som ekstern hjelp som kan få eleven til å nå sitt potensielle utviklingsnivå. Dette fungerer som støtte fordi det ikke lar eleven gjøre enkelte syntaktiske og grammatiske feil man kan gjøre i et tekstbasert språk (Sentance et al., 2019, s. 144). I følge Vygotskij, så skjer læring først på det sosiale planet og deretter på det individuelle planet (Vygotsky, 1978a, s. 57). Det at læring må skje i en sosial kontekst er noe av det sentrale i sosiokulturell teori og har sine røtter i Vygotskij sitt arbeid. Sentance et al. (2019) trekker frem tre hovedprinsipper fra sosiokulturell teori som kan hjelpe å styre programmeringsundervisning: mediering gjennom språk, læring beveger seg fra det sosiale planet til det kognitive planet og rollen til den mer kunnskapsrike i den proksimale utviklingssonen (Sentance et al., 2019, s. 144).

Mediering gjennom språk går ut på at når elevene arbeider med å forstå hvordan programmene fungerer bør de diskutere med hverandre i en sosial kontekst for å konstruere kunnskap. Dette kan bli gjennomført ved hjelp av parprogrammering eller andre samarbeidsoppgaver hvor de må forklare hva funksjonen til programmene er (Sentance et al., 2019, s. 144). Prinsippet om at læring skjer gjennom det sosiale planet til det kognitive planet går ut på å lære å lese et program og dette betyr at koden beveger seg først fra det sosiale planet før det vil bli internt forstått av eleven. Oppgavene elevene får bør også være innenfor den proksimale utviklingssonene for så å øke i kompleksitet som involverer at eleven må ta i bruk sin kreativitet og problemløsningsevne (Sentance et al., 2019, s. 145). Rollen til den mer kunnskapsrike i den proksimale utviklingssonen handler om at elevene trenger en lærer eller elev som fungerer som den mer kunnskapsrike slik at de kan veilede elevene til hvordan de kan løse et problem (Sentance et al., 2019, s. 145). Dette stiller et krav om at læreren har kompetanse innenfor programmering og algoritmisk tenking. Undervisningsstruktur og læringsmateriale har en medierende funksjon, men bør være innenfor elevenes proksimale utviklingssoner (Sentance et al., 2019, s. 145)

2.10.1 Motivasjon

I selvbestemmelsesteorien av Deci og Ryan (2000) er det tre behov som er sentrale: behovet for kompetanse, behovet for relasjon og behovet for autonomi (Deci & Ryan, 2000, s. 228). Behovet for kompetanse handler om at mennesker føler at de behersker noe i sitt miljø (Deci & Ryan, 2000, s. 231). Behovet for relasjon handler om at mennesker ønsker å føle seg koblet til andre, føle at noen bryr seg om de og bryr seg om andre. Behovet for autonomi handler om at mennesker ønsker å ha kontroll over egne opplevelser og ønsker å gjøre aktiviteter som gir mening for dem selv (Deci & Ryan, 2000, s. 231). I selvbestemmelsesteorien er begrepet indre motivasjon sentralt, indre

motivasjon er avhengig av behovene om autonomi og kompetanse, uten at disse behovene er dekket kan ikke indre motiverte handlinger finne sted (Deci & Ryan, 2000, s. 233). Selv om indre motiverte handlinger er avhengig av disse behovene, er ikke behovene alene nok til å definere indre motivasjon. Aktiviteter som gjøres for å tilfredsstille disse behovene er ikke nødvendigvis indre motiverte. Indremotiverte aktiviteter er aktiviteter som mennesker fritt initierer ut av interesse uten at det er noen ytre faktorer som påvirker aktiviteten, for at menneske skal fortsette med aktiviteten, må behovene for kompetanse og autonomi være tilfredsstilt (Deci & Ryan, 2000, s. 233).

Indremotiverte aktiviteter kan øke menneskers evne til læring og deres velvære (Deci & Ryan, 2000, s. 233), derfor vil det være ønskelig å ha denne typen aktiviteter i skolen. Det kan oppleves som en utfordring for lærere å få alle elevene i en klasse til å gjøre indremotiverte aktiviteter, ettersom for at aktiviteten skal være indremotivert, må den være av betydning for eleven. Innholdet og aktivitetene i undervisningen vil nødvendigvis ha varierende grad av betydning for elevene, all den tid elevene har forskjellige identiteter. Likevel er det ting lærere kan gjøre for å øke indremotivasjon hos elevene. Positive tilbakemeldinger som forteller eleven at han får det til og gi eleven følelse av å ha et valg, kan bidra til å øke den indre motivasjonen (Deci & Ryan, 2000, s. 234). Det lærere bør unngå er ytre faktorer som påvirker motivasjonen for aktiviteten, ytre faktorer slik som belønninger for å gjøre en aktivitet kan ha en negativ virkning på indremotivasjon. Dette er fordi fokus blir flyttet fra selve aktiviteten til belønningen (Deci & Ryan, 2000, s. 234).

3 Metode

3.1 Kvalitativt forskningsdesign

Denne oppgaven har som mål å undersøke hvilke erfaringer lærere har med bruk av mikrokontrollere i undervisningen på mellomtrinnet. For å finne svar på problemstillingen i denne oppgaven, er det valgt en kvalitativ tilnærming. Dette er i hovedsak fordi ønsket er å høre lærere sine refleksjoner rundt innføring og bruk av mikrokontrollere i undervisningen. Den kvalitative forskningsmetoden bygger på den hermeneutiske forskningstradisjonen som handler om skape mening ut av språk og handlinger (Kvarv, 2021, s. 148).

3.2 Kvalitativt forskningsintervju

Det finnes mange intervjuformer innenfor kvalitativ forskning. I forhold til problemstillingen: «Hvilke refleksjoner har lærere om innføring og bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen på mellomtrinnet?», vil et semi-strukturert intervju virke mest hensiktsmessig. Dette fordi det er refleksjonene til lærerne som står i sentrum og det vil være mer rom for refleksjon og oppfølgingsspørsmål i et semi-strukturert intervju enn i et strukturert intervju. I et semi-strukturert intervju vil en intervjuguide, som i hovedsak er en liste med spørsmål, utarbeides på forhånd (Postholm et al., 2018, s. 121). Rekkefølgen disse spørsmålene stilles har i et semi-strukturert intervju liten betydning og det er mulig å stille spørsmål som egentlig ligger senere i guiden, dersom samtalen kommer innom et relevant tema. Dette vil dog kreve at intervjueren er kjent med innholdet og rekkefølgen i intervjuguiden. I denne intervjuformen, kan det foregå en kunnskapskonstruksjon som kan føre til at det dukker opp spørsmål som ikke på forhånd er tenkt ut. Det er en veksling mellom deduksjon og induksjon som man benevner som abduksjon (Postholm et al., 2018, s. 121). Induksjon er å finne en form for generell sannhet ut ifra en rekke enkeltstående observasjoner (Alvesson & Sköldberg, 2009, s. 3; Kvarv, 2021, s. 25). Man generaliserer ut ifra de mønstrene som man finner i dataene. Deduksjon er på den andre siden å gå fra en generell regel og hevde at denne regelen forklarer observasjonen (Alvesson & Sköldberg, 2009, s. 3; Kvarv, 2021, s. 26). Abduksjon er noe som ikke bare kan reduseres til å være en blanding av deduksjon og induksjon, abduksjon introduserer noe nytt. I et semi-strukturert intervju vil abduksjon foregå ved at det er en veksling mellom intervjuer og informant, informanten kan da komme med informasjon som intervjueren vil følge opp. I denne oppfølgingen vil det skje en kunnskapskonstruksjon som er det som kjennetegner abduksjon. Det er altså det å forstå som skiller abduksjon fra deduksjon og induksjon (Alvesson & Sköldberg, 2009, s. 4). Abduksjon er også relatert til hermeneutikk som

handler om å tolke eller forstå og er en filosofisk tenkemåte med røtter tilbake til 1600-tallet (Alvesson & Sköldbberg, 2009, s. 4; Kvarv, 2021, s. 84), som den kvalitative forskningsmetoden bygger på.

Felles for både semi-strukturerte intervju og strukturerte intervju er at begge tar utgangspunkt i en intervjuguide. I intervjuguiden er det spørsmål som handler om temaer knyttet til problemstilling og som skal holde gang i samtalen (Johannessen et al., 2016, s. 149). Når intervjuguiden ble utarbeidet ble sentrale deltemaer som er relevant i forhold til problemstillingen identifisert. Intervjuguiden kan også ha underspørsmål som kan hjelpe å utdype de forskjellige spørsmålene (Johannessen et al., 2016, s. 149). Intervjuguiden i denne oppgaven har hatt som mål å belyse hvordan lærere opplever at introduksjon av mikrokontrollere har vært, og hvordan de har opplevd det har vært å arbeide med disse i klassen. Intervjuguiden har vært testet ut på en tredjepart for å kontrollere tydeligheten av spørsmål målene og blitt revidert i samsvar med innspill fra veiledere.

3.3 Utvalg

Bruk av mikrokontrollere i skolen er et relativt nytt fenomen i Norge. Det kan derfor være at lærere ikke nødvendigvis har gjort seg så mange erfaringer med bruken av disse enda. Avhengig av om de selv har valgt og tatt mikrokontrollere i bruk i sin undervisning. I en kvalitativ forskningsmetode er formålet med utvalget å få gode beskrivelser om noe vi er interessert å vite noe om, som er relevant for problemstillingen. Utvalget i en slik studie har et mål og er ikke tilfeldig utvalgt (Johannessen et al., 2016, s. 113). I denne oppgaven er det tatt i bruk strategisk utvelgelse for å velge informanter. Det betyr at det er forhåndsbestemt hvilken målgruppe som skal delta i utvalget (Johannessen et al., 2016, s. 117), her er dette lærere. Videre er utvalget satt sammen med kriteriebasert utvelgelse, det betyr at utvalget oppfyller spesielle kriterier (Johannessen et al., 2016, s. 120).

Utvalget for denne oppgaven er lærere som har erfaring med bruk av mikrokontrollere på mellomtrinnet i naturfag. Informantene har alle erfaring med mikrokontrollere i undervisningen i varierende grad. Det ble forsøkt å opprette kontakt med aktuelle deltakere via epost til rektorer på flere skoler. Ved respons fra en rektor ble en deltaker som oppfylte kriteriene rekruttert. En annen deltaker ble kontaktet direkte på bakgrunn av tips om at denne læreren kunne ha noe erfaring med micro:bit – ingen relasjon til denne personen. En tredje deltaker ble kontaktet direkte på bakgrunn av kjennskap til at denne læreren hadde erfaring med micro:bit. Kjenner deltaker gjennom profesjonelle relasjon, dette kan ha påvirket resultatet. Utvalget består altså av tre lærere som har erfaring med bruk av mikrokontrollere på mellomtrinnet. Det er litt variasjon i hvor mye erfaringer

de har med bruk av mikrokontrollere. To av informantene har mer erfaring enn den tredje. To av deltakerne er utdannet allmennlærere, en faglærer i kunst og håndverk. Alle har undervist naturfag (6-19 år), en har i tillegg vært med i andre læreres undervisning i naturfag. I kvalitativ forskning er det viktigste å skaffe relevant informasjon som kan belyse problemstillingen, det er altså ikke antallet informanter som bestemmer kvaliteten på studien, men heller informasjonen som man samler inn (Johannessen et al., 2016, s. 113).

3.4 Datainnsamling

Alle intervjuene var i utgangspunktet ment å være fysiske, men på grunn av Covid-19 pandemien måtte et intervju gjennomføres digitalt. Informantene har deltatt i en-til-en intervju hvor de har blitt stilt og besvart spørsmålene i intervjuguiden. I alle tilfeller var det informanten som bestemte tidspunkt og lokasjon hvor intervjuet skulle foregå, dette var for at informantene skulle føle seg komfortabel med omgivelsene (Johannessen et al., 2016, s. 159) . I det første intervjuet var dette på informantens arbeidsplass etter arbeidstid for å unngå forstyrrelser. Her ble det tatt lydopptak via en diktafon. Det andre intervjuet ble gjennomført via zoom med opptaksfunksjon, hvor intervjuer var pålogget med lyd og bilde og informant bare med lyd, intervjuer valgte å ikke påpeke mangelen på bilde i frykt for å gjøre informanten ukomfortabel. Det tredje intervjuet ble gjennomført på et grupperom på et universitet etter informantens eget ønske, her ble det tatt lydopptak via diktafon.

3.4.1 Datalagring

Dataene som er samlet inn i intervjuene blir lagret i henhold til retningslinjene til USN. Retningslinjene klassifiserer dataene som samles inn som ikke sensitive, dette betyr at det er gul data (Universitetet i Sørøst-Norge, 2021a). Retningslinjene til lagring for studenter sier at gul data kan, blant annet, lagres på en disk-fil på studentene sin OneDrive som de har tilgang til gjennom USN (Universitetet i Sørøst-Norge, 2021b). Det er på denne måten forskningsdata som er innhentet til denne oppgaven er blitt lagret. For å sikre dataene ytterligere, så er passordet til disk-filen laget og lagret i en passordsdatabank. Programmet som er brukt til dette heter KeePassXC (KeePassXC, 2021). Passordsdatabanken er selv også passord beskyttet, i tillegg kreves det en nøkkelfil for å åpne passorddatabanken. Både disk-filen og passorddatabanken er kryptert med AES-128 kryptering, som betyr at dersom uvedkommende skal få tilgang, så må de enten ha passordet, eller dekryptere filene som vil kreve enorme mengder tid og regningskraft. Passordsdatabanken er lagret på en filserver på et virtuelt nettverk uten tilgang til internett og det er kun to maskiner som har tilgang til nettverket. Nøkkelfilen er lagret på en minnepenn med en backup på USN OneDrive som har aktivert to-faktorautentisering. På denne måten er forskningsdataene sikret fra å komme på

avveie. Når prosjektet er avsluttet vil forskningsdataene bli destruert og filserveren med passordsdatabanken avviklet.

3.5 Databehandling og analyse

Alle intervjuene ble transkribert manuelt og skrevet ordrett. Deretter ble det gjort en tematisk analyse som beskrevet av Braun og Clarke (2006). Metoden anbefales til personer som er nye innenfor kvalitativforskning (Braun & Clarke, 2006, s. 78). Tematisk analyse handler om å identifisere, analysere og rapportere temaer i datagrunnlaget (Braun & Clarke, 2006, s. 79). I tematisk analyse er det ikke hvor ofte noe dukker opp i datagrunnlaget som bestemmer om det er en kode, det er opptil forskeren å velge ut hva som er temaene og kodene (Braun & Clarke, 2006, s. 82). Braun og Clarke (2006) sin tematiske analyse består av seks steg: bli kjent med dataene, lage innledende koder, lete etter temaer, gjennomgå temaer, definere og navngi temaer og produsering av rapporten.

Å bli kjent med dataene er det første steget i tematisk analyse hvor formålet er å bli kjent med dybden og bredden i dataene man har samlet inn. Man leser gjennom datamateriale flere ganger og forskeren danner her seg noen ideer om hvilke koder som kan lages (Braun & Clarke, 2006, s. 87). I forkant av dette steget, må intervjuene være transkribert. Prosessen å transkribere intervjuene er også en mulighet for forskeren å bli kjent med dataene (Braun & Clarke, 2006, s. 88). Det neste steget er å lage innledende koder. Kodene skal identifisere noe ved dataene som forskeren finner interessant i forhold til forskningsspørsmålene eller problemstillingen. Kode prosessen handler i stor grad om å organisere dataene inn i meningsfulle grupper. Det er viktig at utdraget fra dataene er samlet under den tilhørende koden. Braun og Clarke (2006) tipser her om å kode for så mange potensielle temaer man har mulighet til og behold noe av konteksten rundt (Braun & Clarke, 2006, s. 89). Etter å ha laget de innledende kodene, skal man lete etter temaer. I dette steget skifter man fokus til større temaer, dette involverer å sortere de forskjellige kodene til mulige temaer. Man starter her å analysere kodene og vurderer hvordan kodene kan kombineres for å danne hovedtemaer (Braun & Clarke, 2006, s. 89). Her kan også enkelte koder danne undertemaer. På slutten av dette stadiet vil man stå igjen med forskjellige temaer, undertemaer og en tanke om betydningen til disse. I den fjerde fasen skal man revidere de temaene man laget i den forrige fasen. Man leser igjennom hele datasettet for å se om temaene fungerer og for å kode data i temaene som kanskje har vært oversett tidligere (Braun & Clarke, 2006, s. 91). Revideringen foregår på to nivåer. Det første handler om å se på dataene bak kodene for å se om de lager et meningsfylt mønster. Dersom de ikke gjør dette, kan det være nødvendig å se om problemet ligger med selve temaet eller

dataene bak. Her kan noen tema blir sammenslått, andre delt opp og noen fjernet alt ettersom hva som er hensiktsmessig (Braun & Clarke, 2006, s. 91). Når man er fornøyd med temaene, kan man gå videre til nivå to. Nivå to handler om temaene man har laget representerer et korrekt bilde av meningen i forhold til hele datasettet (Braun & Clarke, 2006, s. 91). I fase fem skal man definere og navngi temaene. Det handler om å identifisere hva hvert tema handler om og bestemme hva det er temaet fanger opp. Man går tilbake til datautdraget for hvert tema og identifiserer hva som er interessant med dem og hvorfor (Braun & Clarke, 2006, s. 92). Man må også se på om det temaene forteller er relevant for problemstillingen eller forskningsspørsmålene. I denne fasen må man også se om temaene inneholder undertemaer som hjelpe å strukturere store eller komplekse temaer (Braun & Clarke, 2006, s. 92). Den sjettede og siste fasen handler om å gjøre den siste analysen og skrive rapporten. Målet med rapporten er å gjenfortelle det dataene har vist. Her blir utdrag fra datagrunnlaget inkludert som har som mål å underbygge analysen (Braun & Clarke, 2006, s. 93).

I denne oppgaven ble fremgangsmåten beskrevet av Braun og Clarke (2006) fulgt. Etter transkribering og gjennomlesing av transkripsjonene ble det laget innledende koder. Denne prosessen ble gjennomført manuelt. De innledende kodene ble revidert og i noen tilfelle kombinert i bredere koder slik som vist i figur 3.1.

<p>De aller fleste er veldig motivert, synes det er veldig gøy. Det er jo på en måte dems hverdag og deres verden. Mye mer enn det er vår verden. Det kan jo hende våre opplegg ikke er avansert nok heller, fordi du kan jo se at noen blir litt lei liksom. Men stort sett er de veldig motiverte.</p>	<p>Elevene motiverte, det er gøy Relatere til elevenes hverdag Vårt opplegg ikke avansert nok (→vurderer kvalitet på egen undervisning) Elevene lei dersom det ikke er avansert nok (→tilpasning, elevnivå) Elevene motiverte</p>	<p>Tilpasset opplæring Høy elevmotivasjon</p>
--	--	--

Figur 3.1 Eksempel på koding.

Neste fase ble det utviklet hovedtema ved å sortere kodene. Disse hovedtemaene var følgende: Elevlæring, Organisering og Lærerkompetanse med flere undertemaer. Deretter ble det skrevet rapport som er resultatdelen i denne oppgaven.

3.6 Validitet og reliabilitet – Studiens kvalitet

3.6.1 Validitet

Validiteten til kvalitative studier handler om at fremgangsmåter og funn reflekterer formålet med studien og er en refleksjon av virkeligheten (Johannessen et al., 2016, s. 232). Det er flere måter man kan styrke validiteten til en kvalitativ undersøkelse. Metodetriangulering er en av disse og det handler om å bruke ulike metoder for å undersøke et fenomen, man kan for eksempel kombinere intervju og observasjon. En annen metode man kan bruke er å tilbakeføre resultatene, det handler om å enten la informantene bekrefte resultatene, eller la noen andre med kompetanse analysere datagrunnlaget og se om de kommer til samme tolkning av det (Johannessen et al., 2016, s. 232).

3.6.2 Reliabilitet

Reliabilitet handler om dataene til undersøkelsen, blant annet hvordan data samles inn, hvordan de bearbeides og hvilke data som brukes, det finnes også egne tester innenfor kvantitativ metode som kan bestemme dataens reliabilitet (Johannessen et al., 2016, s. 231). I en kvalitativ sammenheng benyttes ofte ikke strukturerte datainnsamlingsmetoder og det gjør denne typen krav om reliabilitet lite hensiktsmessige. Man må altså i kvalitativ metode definere reliabilitet litt annerledes. Å gi en detaljert beskrivelse av fremgangsmåten og en beskrivelse av i hvilken kontekst den har foregått i kan være med på å styrke undersøkelsens reliabilitet (Johannessen et al., 2016, s. 232).

3.7 Etske vurderinger

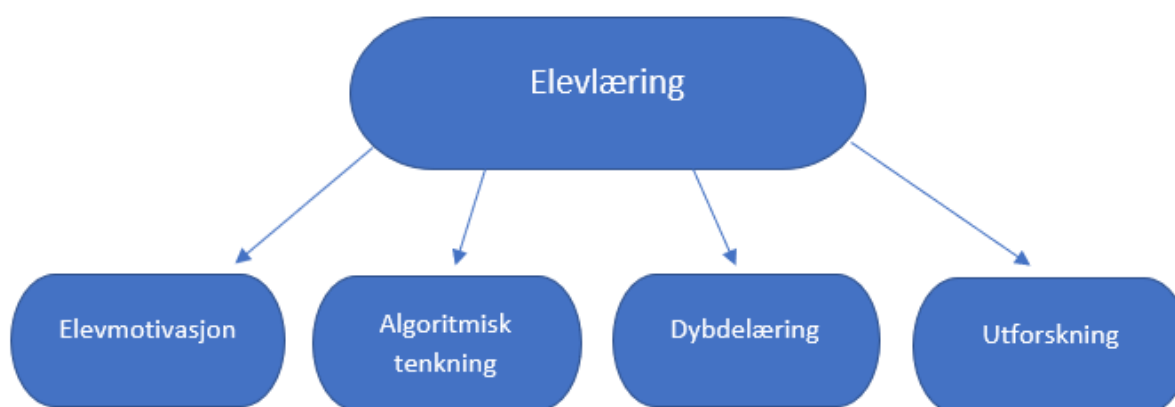
Alle informantene måtte skrive under på informertsamtykke for å delta i studien. Samtykkeskjema ble utarbeidet fra NSD sin mal (NSD, 2021). I samtykkeskjema er det informasjon om hva det vil si for informantene å delta og hvilke rettigheter de har. Informantene har underveis vært påminnet om at de kan trekke seg når som helst uten grunn dersom de ønsker det, slik det også står i samtykkeskjema. I tillegg har retningslinjene til Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) vært fulgt. I følge retningslinjene så bør samtykke som forskere skal innhente skal være frivillig, informert og utvetydelig (Kalleberg, 2006, s. 17). Det at samtykke er frivillig innebærer at det ikke er innhentet under direkte eller indirekte press. Direkte press kan være at det er en belønning tilknyttet deltakelsen eller gjentatte henvendelser om deltakelse selv etter personen har uttrykt ønske om å ikke delta. Samtykke skal også være informert (Kalleberg, 2006, s. 17). Dette innebærer at personen som skal delta forstår hvorfor de fikk en hendevelsene om å delta, hvilke opplysninger som vil bli samlet inn, hvordan disse opplysningene

skal brukes, hvem som skal bruke opplysningene og til hvilke formål. Det skal informeres om hvilken metode og tilnærming forskningen har, i tillegg til å inneholde en plan for behandling, lagring og eventuell gjenbruk av data. Det skal også informeres om ulike interesser knyttet hvordan forskningen er organisert og finansiert (Kalleberg, 2006, s. 18). Forskere skal også sikre at informantene sin anonymitet er ivaretatt dersom det er aktuelt. Dersom det er avtalt at informantene anonymiseres, skal det ikke være informasjon i den publiserte forskningen som kan identifisere personene som har deltatt (Kalleberg, 2006, s. 21).

4 Resultater

For å belyse problemstillingen: «Hvilke refleksjoner har lærere om innføring og bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen på mellomtrinnet?» ble det gjennom analysen utviklet tre hovedtemaer: elevlæring, organisering av undervisning og lærerkompetanse. Hovedtemaene i resultatene er elevlæring som handler om forhold som er relevant for elevenes læring, organisering som handler om rammene for undervisningen og lærerkompetanse som handler om lærernes egne kompetanse knyttet til bruk av micro:bit. Hovedtemaene har flere undertemaer som vil bli gjort rede for nedenfor.

4.1 Elevlæring



Figur 4.1 Hovedtemaet elevlæring har fire undertemaer: elevmotivasjon, algoritmisk tenkning, dybdelæring og utforskning.

Hovedtemaet *elevlæring* handler om lærernes refleksjoner om elevene sin læring med bruk av micro:bit, undertemaene er illustrert i figur 4.1 og er: *elevmotivasjon*, *algoritmisk tenkning*, *dybdelæring* og *utforskning*. På de skolen som med mest erfaring velger informantene å sette læringsmål for en periode fremfor å gjøre det for enkeltøkter «... akkurat å definere læringsmålene etter en økt er ikke jeg så opptatt av, jeg er opptatt av det for perioden, om det varer i en økt eller flere uker eller et halvt år, det kommer an på hvilket perspektiv du har». Informantene finner inspirasjon til undervisningen via nettressurser, de tilpasser deretter opplegget de finner til nivået til deres elever, en informant sier: «[...] jeg går imellom og ser hvor lett jeg klarer det, også drar jeg det ned til nivået som jeg må ha med elevene».

Undertema *elevmotivasjon* handler om at lærerne sin oppfatning er at arbeid med micro:bit er noe elevene finner motiverende. I intervjuene kommer det frem at virker det som arbeid med micro:bit

er motiverende for elevene: «De aller fleste er veldig motivert, synes det er veldig gøy. Det jo på en måte dems hverdag og deres verden». Det trekkes frem at dette er noe elevene synes er gøy, og det kan peke på at elevene kjenner på en form for indre motivasjon i arbeid med micro:bit. Samtidig peker informantene på at micro:bit er en del av deres hverdag. Med det tolkes det at elevenes hverdag er tett koblet med det digitale, de bruker nettbrett på skolen, nær alle har mobiltelefoner og de spiller gjerne på forskjellige enheter. Dette blir underbygget av en annen informant som trekker frem koblingen mellom det elevene holder på med når de arbeider med micro:bit og hva som ligger bak: «Også relaterer de litt til sin egen spillverden [...] hva ligger bak all den funksjonaliteten du har i konsollen din ikke sant, der ligger det et kodespråk [...]». Informantene trekker koblinger mellom det som er kjent for eleven og det ukjente for at elevene skal oppleve at det de holder på med er relevant.

Undertema *utforskning* handler om at elevene ikke er redd for å prøve og feile. Elevene er villig til å på egen hånd prøve ut forskjellige løsninger for å løse en oppgave eller et problem: «Elevene er jo ikke redd for å prøve og feile, det er jo mye vanskeligere for oss voksne, fordi vi er jo å nei det tørr jeg ikke i tilfelle det er feil. Men elevene tester jo bare [...]». Samtidig vil den type prøving og feiling også kunne styrke elevenes evne til algoritmisk tenkning, ettersom det i stor grad er en relevant arbeidsmåte. Undertema *algoritmisk tenkning* handler om at informantene opplever at arbeid med micro:bit øker elevenes evne til algoritmisk tenkning, men det kommer frem i intervjuene at det er den steg for steg tankegangen som de legger i begrepet algoritmisk tenkning. Det legges vekt på at det å kunne ta noe steg for steg har en overføringsverdi til andre fag, men elevene må gjerne minnes på dette. En informant sier:

Men det bruker jeg når jeg gir dem oppgaver, sånn start her og ta steg for steg, så sier jeg, jammen tenk da når dere programmere, hva skjer når dere hopper over steg i programmeringa, nei da funker det jo ikke, nei sånn er det med andre ting også. Så det er en fin vei til å minne dem på den algoritmiske tenkingen.

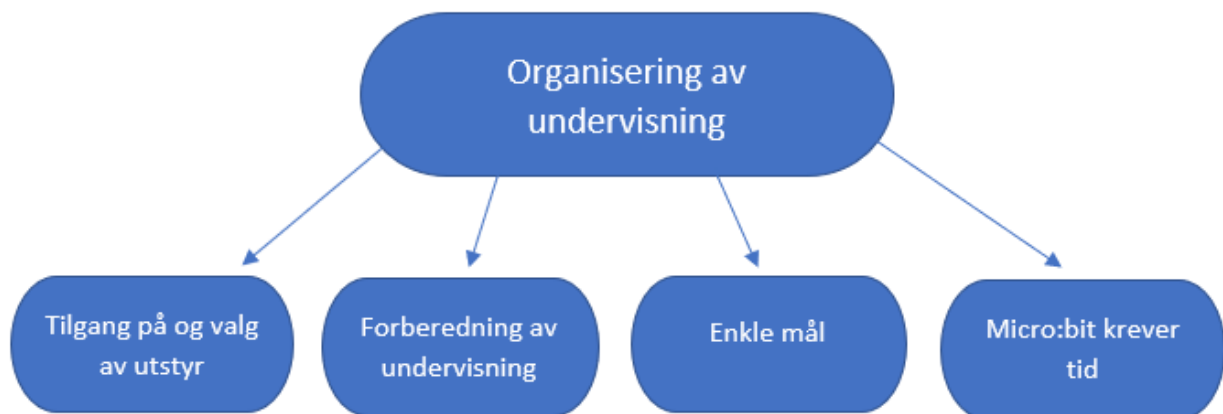
Undertema *dybdeløring* handler om arbeid med micro:bit kan være et verktøy til å få til dybdeløring. Informantene ønsker å få til dybdeløring ved hjelp av micro:bit, men det kreves først at man er kjent med bruken av micro:bit «Jeg tror nok kanskje ikke vi har kommet helt dit enda. Fordi, det er litt for nytt for oss også, hvert fall for egen del har ikke jeg kommet dit at jeg kan bruke det godt nok til å legge til rette for dybdeløring.». Andre med mer erfaring med micro:bit forteller at det ikke er noe som skjer av seg selv, men ved tilrettelegging er det mulig å få til med dybdeløring med micro:bit. Det kommer frem ved at elevene arbeider med tverrfaglige prosjekter

og jobber med å se sammenhenger med andre fag «[...] det må være tverrfaglig føler jeg for at du skal få dybdelæringa da.». Oppgavene eleven får med micro:bit varierer mellom informantene og er avhengig av hvor langt de har kommet med introduksjonen av micro:bit. En informant forteller om et tverrfaglig prosjekt de hadde mellom naturfag og kunst og håndverk:

[...] da hadde jeg kunst og håndverk og naturfag og da hadde jeg en del der hvor dem skulle lage en bro. Og kriterier var at den broa skulle holde bilen med microbiten da. Så de programmerte både den bilen til å kjøre over broa da. Og den måtte jo da ha vinkler fordi det skulle ikke bare være en rett bro. Så ble det både en konstruksjonsfase og en programmeringsfase der de skulle programmere dette her til å kjøre over.

En annen informant forteller at fokuset ligger på å gjøre det relevant for elevene slik at de ser hensikten med hvorfor de lærer det «[...] jeg tenker å knytte det opp mot noe hverdagslig som elevene kan oppleve at de kan ha brukt for. Eller at de ser sammenhengen til en hverdagsrelevanse i hvert fall. Sånn atte programmeringa for dem synes hensiktsmessig».

4.2 Organisering av undervisning



Figur 4.2 Hovedtemaet organisering av undervisning har fire undertemaer: tilgang på og valg av utstyr, forbedring av undervisning, enkle mål og micro:bit krever tid.

Hovedtemaet *organisering av undervisning* handler om rammer rundt undervisningen, det kan være tilgang på utstyr, tid, planlegging og andre forhold som påvirker organiseringen av undervisningen. Undertemaene her er illustrert i figur 4.2 og er: *tilgang på og valg av utstyr*, *forberedning av undervisning*, *enkle mål* og *miro:bit krever tid*. Undertema *tilgang på og valg av utstyr* handler om

hvilken mikrokontroller skolene hvor informantene jobber har valg og hva slags tilleggsutstyr har de tilgang på. Dette vil sette noen organisatoriske rammer for hvordan informantene kan legge opp undervisningen. Skolene hvor informantene jobber brukte alle micro:bit som mikrokontroller, dette var bestemt på overordnet nivå og ikke overlatt til hver enkelt skole: «Det var det som ble anbefalt av andre. Skolekontoret har bestem hva skolen skal ha. Så det er felles for andre i sektoren.».

Informantene bruker den tilhørende micro:bit appen på nettbrettet til programmering og det er blokkprogrammering de har valgt å bruke «Det er blokkprogrammering med micro:bit appen på iPad. Jeg har bare blokkprogrammert.».

Det er forskjell på hvor mange micro:bit skolene har tilgjengelig, der hvor en skole har et klassesett og litt utstyr, har en annen bare nok til omtrent halvparten av elevene. Dette fører til organisatoriske forskjeller, ettersom informanten som ikke har nok utstyr til alle elevene løser dette ved hjelp av stasjonsundervisning. Ved stasjonsundervisningen deler de elevene i grupper som skal rotere på stasjonene og ved hver stasjon var det en oppgave eller aktivitet med micro:bit som skal utføres. De som har en micro:bit til hver elev, poengterer viktigheten av at elevene får muligheten til å arbeide litt på egenhånd: «Stort sett at alle må prøve aleine, men at de kan lissom alliere seg med hverandre for å hjelpe å vise, men jeg har tro på at skal du lære noe sånt, så må man prøve litt selv, det nytter ikke bare å se på». Elevene får til en viss grad bestemme selv om de ønsker å arbeide sammen med noen eller alene på skolene som har god tilgang på micro:bit. Skolene hvor informantene jobber har også noe tilleggsutstyr utover selve micro:biten, bit:bot er blant utstyret, dette er en bil som styres via micro:bit. I tillegg har skolene noen ekstra sensorer utover de som er innbygget i selve micro:biten. Mer utstyr var et ønske fra informantene.

Undertema *forberedelse av undervisning* handler om hvordan informantene forbereder undervisningen og hvilke organisatoriske valg som blir tatt. Informantene bruker aktivt nettressurser som inspirasjon til forberedelse av undervisning med micro:bit og prøver aktivitetene på egenhånd før de tar det i bruk i klasserommet. Dersom opplegget de finner på nettet er for komplisert, forsøker lærerne å tilpasse opplegget til elevene. Elever som tar det lett kan bygge videre på opplegget senere. I hvilken grad informantene arbeider innenfor temaer eller fag, bestemmes av hvor mye erfaring de har. Informanter med lite erfaring har mer fokus på innarbeiding av grunnleggende bruk av micro:bit. Skoler med mer erfaring bruker det mer målrettet innenfor fag. En informant hadde brukt det målrettet innenfor naturfag gjennom et tverrfaglig prosjekt med kunst og håndverk. En annen hadde brukt det mer innenfor matematikk, men med en forståelse for at kunne fungere i naturfag også.

Undertemaet *enkle mål* handler om at innføringen av micro:bit er en pågående prosess der ulike skoler og lærere er i forskjellige faser. Dette setter noen grenser til hvordan man kan ta micro:bit i bruk i undervisningen. Det kan for eksempel virke lite hensiktsmessig å bruke micro:bit til større avanserte prosjekter dersom lærer og elev ikke er kjent med micro:bit. Enkelte er tidligere i oppstartsfasen og har fokus på å lære å programmere og å bruke micro:bit fremfor å gjøre større tverrfaglige prosjekter, en informant sier:

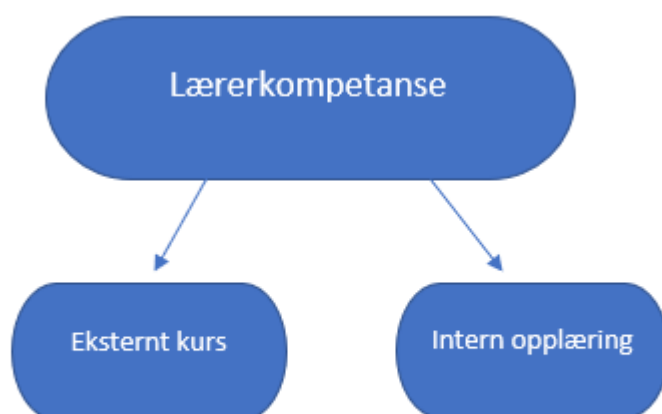
[...] det jeg har vært med på har først og fremst handla om å lære seg programmering, sånn at de har laget enkle spill for eksempel. De kunne lage terning og veldig enkle ting, så jeg har jo ikke brukt det så tverrfaglig innenfor spesielle temaer sånn sett, enda i hvert fall. Det er jo på en måte målsetningen å prøve på [...]

Dette har igjen ført til at læremål i økter med micro:bit har vært relativt enkle: «[...] de fleste læringsmålene [har] handlet mye om programmering rett og slett, det har ikke vært så veldig avansert». Informanten går litt ut av fagene for å øve på programmering, micro:bit blir da ikke brukt målrettet inn mot fag. Dette bidrar til at de blir kjent med utstyret slik at de senere kan bruke det mer aktivt inn mot fag og det er et mål informanten har: «Det er jo på en måte målsetningen å prøve på, fordi det skal jo inn i alle fag [...]

Undertemaet *micro:bit krever tid* handler om at å ta i bruk micro:bit og integrere det i undervisningen er noe som tar tid. Dette har en direkte påvirkning på hvordan man kan organisere undervisningen. En informant forteller at de ikke har kommet til et punkt hvor de kan bruke det aktivt i fagene nettopp fordi det er tidskrevende å lære seg: «[...] det er krevende å det tar tid fordi vi må bli så gode at vi klarer å se mulighetene, og der er vi ikke enda [...].». Dette kan være forståelig med tanke på hvor mange funksjoner som ligger i micro:biten. Det varierer hvor ofte micro:bit blir tatt i bruk, fra annenhver uke, til når det passer med temaet, en informant sier: «[...] sånn tror jeg det er for mange. At vi jobber med det i periodevis og tar det frem når det føles hensiktsmessig, hvis du skjønner, alt etter som åssen det kan integreres da i de ulike fagene». Det kommer frem at informantene har et bevisst forhold til når de tar i bruk micro:bit, så micro:bit fungerer som et verktøy med tanke på å bygge forståelse for andre temaer. Det kommer også frem at samtlige skoler bruker nettbrett som digitalt læreverktøy, denne enheten mangler en USB-port, derfor må overføring av programmer skje via Bluetooth. Det hender at micro:biten låser seg og ikke ville la seg koble til via Bluetooth, løsningen på dette har vært å resette micro:biten, men dette må gjøres via en enhet med USB-port «[...] han kurslederen sa vi burde hatt en datamaskin slik at vi

kunne nullstille utstyret noen ganger, og det har vi jo ikke». Det er ikke alle som har hatt dette problemet enda, men det at skolene ikke har en enhet med USB-port kan by på større utfordringer senere. En annen utfordring med bruk av nettbrett er at det tar tid å koble sammen nettbrettet og micro:biten, en informant sier: «[...] og litt av ulempen for oss som bare har iPad i skolen er at ting tar jo litt tid i forhold til den paringen og at man må lissom pare for hver gang man har kodet inn nye funksjoner». Informanten uttrykker at dette stjeler tid og kan oppleves som litt tungvint, men det er samtidig positivt at det finnes slike løsninger for skoler som har valgt nettbrett. Selv om det finnes flere lærere som tar i bruk micro:bit ved skolene, så er det ikke nødvendigvis mer enn en lærer i klasserommet som har erfaring omgangen. Å ha assistenter i klassen vil ikke nødvendigvis hjelpe, da assistentene ikke har den nødvendige kompetansen en informant sier: «[...] jeg har vel ikke hatt noen med meg som har kunnet det, så da har det nesten blitt til å lære opp de også». Informanten løser dette ved å bruke elever som har knekt koden til å vise og hjelpe andre elever og lærere, eller assistenter, dette kan oppleves som motiverende for elevene.

4.3 Lærerkompetanse



Figur 4.3 Hovedtemaet lærerkompetanse har to undertemaer: Eksternt kurs og intern opplæring

Hovedtemaet lærerkompetanse handler om hvordan informantene var og ble forberedt på introduksjonen av micro:bit i undervisningen og hvordan de opplever å arbeide med micro:bit og hvilke konsekvenser introduksjonen av micro:bit har hatt for lærerne. Undertemaene her er illustrert i figur 4.3 og er: *Eksternt kurs* og *intern opplæring*. Undertema *eksternt kurs* handler om kurspakken som informantene fikk før de startet å bruke micro:bit og som de fortsatt er en del av. I forkant av introduksjonen av micro:bit fikk et utvalg lærere opplæring i regi av en ekstern aktør, dette var i form av kurs som skulle foregå over en lengre tidsperiode. På tidspunktet

datainnsamlingen foregikk hadde lærerne startet å bruke micro:bit i undervisningen, men kurset var ikke ferdig. Datagrunnlaget i denne studien vil derfor ikke reflektere kurset i sin helhet, men vil gi en indikasjon på i hvilken grad lærerne mente kurset ga dem den nødvendige kompetansen de trengte for å ta i bruk micro:bit i undervisningen. Den første kursdagen startet fra bunn av og på de senere kursdagene har lærerne gjort noen praktiske programmerings oppgaver. Lærerne uttrykket at kursdagene ga variabelt utbytte: «[...] det første var ganske bortkastet, det var akkurat det samme som det nybegynner kurset, andre og tredje gangen har vi sitti og programmert litt og lært noe, men vi skulle gjerne hatt mer». Lærere forteller at på selve kurset var det fokus på det teknologiske, en forutsetning for å kunne bruke micro:bit i undervisningen er å vite hvordan den fungerer og hvilke funksjoner den har. Det vil være naturlig at et kurs som introduserer nye teknologiske verktøy inneholder informasjon om bruk av verktøyet. Det informantene var kritiske til var at kurset manglet helt fokus på didaktisk kunnskap i forhold til bruk av micro:bit, en informant sier: «Du får jo kurs på hvordan det teknisk fungerer, mens den didaktiske delen er litt opp til deg selv og din profesjon å utarbeide». Informantene opplever altså at kurset kun hjelper dem å forstå hvordan de selv skal bruke micro:bit, men gir dem lite til ingen hjelp på didaktiske modeller eller tilnæringer når det kommer til å bruke micro:bit med en klasse. Kurset overlater dette til lærernes profesjon, lærere har mye pedagogisk og didaktisk kunnskap, men arbeid med micro:bit er en veldig annerledes arbeidsmåte sammenlignet med hvordan lærere vanligvis jobber: «[...] det er jo noe helt annet enn å jobbe med en norsk eller mattebok.». Dersom kurset hadde inneholdt en didaktisk komponent, kunne det vært et verktøy informantene kunne hatt i sin verktøykasse. Den eksterne aktøren har også holdt kurs med elever i informantenes klasser på skolene, men informantene har ikke opplevd dette som tilstrekkelig til å føle seg klar for å bruke det selv. Informantene har ikke opplevd at kurset har økt kompetansen deres i bruk av micro:bit tilstrekkelig til at de føler seg sikre i sin undervisning: «Det var ikke sånn at jeg følte at nå er jeg klar til å ta det ut i klasserommet.». Dette har også ført til at enkelte ikke har tatt det i ordentlig bruk «[...] det er jo en grunn for at mange [lærere] og ikke har kommet sånn skikkelig i gang ,opplæringa, det tar for lang tid fra du får en smakebit til du, altså du er nødt til å øve selv eller så er det borte [...]». Informantene er positive til å få kursing og ønsket seg gjerne mer av det, men de var litt kritiske til hvor lang tid det tok mellom hvert kurs. Informantene vektlegger behovet for selv læring i tillegg til kurset, dette har en sammenheng med at kurset foregår i bolker over en lang periode, som fører til at lærerne må bruke det selv for å ikke glemme kursinnholdet. Informantene er klar over at de har en forpliktelse til å sette seg inn i nye ting i læreryrket, en informant sier: «Det er klart at forpliktelsen vi har er jo der og den kan jo ikke hvile, så jeg tenker at det er jo viktig å sette seg inn i det.». Informantene ser hensikten med bruk av mirco:bit og er positive og engasjerte for å bruke det «Jeg syns det var

veldig gøy, absolutt. Fordi det er både noe å ta på, men det er også utfordrende å lære og sånn». En informant stiller også spørsmål til hvorfor kommunen til informantene ikke har samarbeidet med et lokalt universitet «Jeg har vært litt undrende til hvorfor ikke kommunen, som da har et samarbeid med universitetet, ikke har brukt universitetet som kursholder».

Undertema *intern opplæring* handler om hvordan skoler forsøker å heve kompetansen i profesjonsfelleskapet ved hjelp av lærere som har kommet lengere i bruken av micro:bit. Skolene bruker lærere med erfaring med micro:bit aktivt som ressurspersoner for å øke kompetansen i profesjonsfelleskapet. Informantene forteller at dette har blitt gjort blant annet ved at lærere deler undervisningsopplegg de har gjennomført på en felles plattform. Det har også blitt gjort i form av erfaringsdeling i fellesskap og ved at informantene underviser i andre lærere sine klasser med andre lærere til stede: «[...] [Jeg] Har lissom brukt litt av den kunnskapen jeg har opparbeidet meg til nå da til å dele med andre klasser og med andre lærere sånn at de blir tryggere på å gjøre det selv etterpå». Informantene forteller at Covid-19 pandemien har ført til at enkelte ikke har hatt mulighet til å ha den erfaringsdeling og utviklingen: «... det har lissom vært hensikten, men det har vært veldig problematisk med koronaen. Fellestiden forsvant først også har det vært mye annet, så vi har ikke fått delt så mye som vi hadde planlagt». Introduksjonen av micro:bit i undervisningen har også ifølge informantene økt deres profesjonsfaglige digitale kompetanse «Ja det har det nok. Det skulle ikke så mye til... [smiler] Neida, men den type digital kompetanse, absolutt».

5 Diskusjon

I denne delen av oppgaven vil resultatene fra de tre hovedtemaene: Elevlæring, organisering og lærerkompetanse, diskuteres opp mot det teoretiske grunnlaget som ble presentert i teorikapittelet.

5.1 Elevlæring

Begrepet *algoritmisk tenking* har mange dimensjoner og det er flere arbeidsmetoder knyttet til begrepet. Informantene mener elevene har fått økt kompetanse i algoritmisk tenkning gjennom arbeidet med mikrokontrollere. I intervjuene kommer det frem at informantene hovedsakelig forbinder begrepet med det å ta noe steg for steg, å dele opp et problem i mindre mer håndterlige trinn. Forbindelsen mellom algoritmisk tenkning og steg for steg er unektelig, det er uten tvil en nøkkelkomponent (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2), men det kan også oppleves som en litt ufullstendig tolkning av et stort begrep. Likevel viser resultatene at informantene mener arbeid med micro:bit har potensiale for å styrke elevers algoritmiske tenkning på flere nivåer og dette får støtte fra forskning (Cheng et al., 2021; Min & Kim, 2020). Min og Kim (2020, s. 185) hevder at å programmere noe fysisk som en micro:bit kan trene elevene på å bryte ned større problemer i mindre enheter, abstraksjon og feilsøking. De får støtte fra en studie av Cheng et al. (2021, s. 35) som viste at å programmere noe fysisk kan øke elevers evne til å løse problemer og logisk tenkning. Dette er alle begreper som er knyttet direkte til den algoritmiske tenkeren (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2). Det første tegnet på algoritmisk tenkning er det informantene er veldig beviste på, det å øve på å ta noe steg for steg. Elevene får øvelse i å bryte større problem ned i mindre deler som lar seg lettere løse. Dette er sentralt både i den norske tolkningen (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2), men også i Wing (2006, s. 33) sin opprinnelige definisjon.

Noe annet informantene mente elevene lærer gjennom bruk av micro:bit er det å prøve og feile. Når elevene prøver og feiler, så *utforsker* de mulighetene som ligger i micro:biten og eventuelt tilleggsutstyr. Elevene prøver ulike løsninger som noen ganger fungerer og andre ikke, dette er også forenelig med definisjonen og arbeidsmåtene til den algoritmiske tenkeren (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2). Det første er arbeidsmåten fikle i den algoritmiske tenkeren som går utpå å utforske og eksperimentere, elevene utforsker mulighetene med micro:bit og eksperimenterer med ulike løsninger som kanskje ikke alltid fungerer. Det andre er arbeidsmåten feilsøke i den algoritmiske tenkeren, når de prøver og feiler, så vil de nødvendigvis støte på feil og forsøke å rette de, det ligger i begrepet prøve og feile. Det tredje er arbeidsmåten å holde ut i den algoritmiske tenkeren, når vi snakker om prøving og feiling er det underforstått at dette er en gjentakende prosess, det er noe

elevene ikke bare gjør en gang, men flere ganger. De vil derfor øve på å holde ut og ikke gi opp dersom de støter på problemer. Dette kan også være et tegn på at elevene føler en form for indre motivasjon når de arbeider med micro:bit. Indre motivasjon beskrives av Deci og Ryan (2000) som atferd som en person deltar i ut av interesse og som trenger oppfyllelse av behovet for autonomi og kompetanse (Deci & Ryan, 2000, s. 233). I intervjuene uttrykker informantene at denne handlingen er en autonom handling fra elevenes side, prøving og feiling er ikke noe læreren krever at eleven gjør, men heller noe elevene gjør av eget initiativ. Dette er et viktig poeng i forhold til indre motivasjon. Dette er fordi et kjennetegn for indre motiverte aktiviteter er at de er initiert ut av egen interesse og ikke påvirket av ytre faktorer (Deci & Ryan, 2000, s. 233). Når informantene forteller at elevene prøver og feiler med ulike løsninger og bygger ut oppgavene de har fått på egenhånd, kan man tolke det som at de gjør dette ut av egen interesse.

Tidligere forskning har også påvist at lærere opplever at elever er motiverte når de arbeider med micro:bit (Kalelioglu & Sentance, 2019, s. 2588-2589), slik informantene i denne oppgaven også melder om. I en annen studie av Sentance, Waite, Hodges, et al. (2017, s. 535) fant de at elevene var entusiastiske i arbeid med micro:bit og kom selv med forslag til tverrfaglige opplegg. Andre studier har også vist en kobling mellom det å ta i bruk robotiserte enheter og en økning i elevmotivasjon (Coşkunserçe, 2021, s. 58). Dette kan være med på å støtte refleksjonene fra informantene om at elevene har økt motivasjon i arbeid med micro:bit. En mulig forklaring som blir presentert er at elevene er interessert i robotisert teknologi (Coşkunserçe, 2021, s. 59), det samsvarer med noen av svarene fra informantene i denne studien som knytter bruk av micro:bit til elevenes egne hverdag som er fylt med digital teknologi. Elever som besvarte en devaluering av ultra:bit prosjektet i Danmark, sier selv at de liker å arbeide med micro:bit (Binau & Trolle, 2021, s. 17) og det er særlig det å lage spill og det å kunne lage noe selv som elevene likte (Binau & Trolle, 2021, s. 23). Dette samsvarer med refleksjonen til informantene om at elevene liker å arbeide med micro:bit.

Samarbeid er også en av arbeidsmåtene innenfor algoritmisk tenkning og selv om det er litt ulikt hvordan skolene utnytter samarbeid, så kan micro:bit også her bidra til algoritmisk tenkning ved at elevene får arbeidet sammen. Dette kan være en arbeidsmåte som er forenelig med sosiokulturelt læringssyn hvor samarbeid står sentralt, læring er noe som skjer i samspill med andre (Vygotsky, 1978a, s. 57). Informantene bruker nettressurser i forberedelse av undervisning og forsøker å tilpasse innholdet til nivået til deres elever. Dette tyder på at informantene er klar over deres obligasjon om å tilpasse undervisningen til elevenes nivå (Opplæringslova, 1998, s. § 1-3). Det

tyder også på at de forsøker å holde seg innenfor elevenes proksimale utviklingssone (Vygotsky, 1978b, s. 86). Dette kan styrke elevlæringen. Det fantes ingen tegn til at informantene bruker PRIMM-modellen i sin undervisning, men dette kunne bidratt til å styrke elevlæringen ytterligere. Vygotskij (1978a) hevder at læring først skjer på det sosiale planet og deretter på det individuelle planet (Vygotsky, 1978a, s. 57). I PRIMM-modellen skal elevene, blant annet, bruke ord for å forklare hva et eksempel program gjør. Når de diskuterer dette med medelever, foregår dette i en sosial kontekst og læringen er da på det sosiale planet. Ved å forklare hva programmet gjør til en annen vil læringen da bevege seg fra det sosiale planet til det individuelle planet og eleven kan da risikere å lære (Sentance et al., 2019, s. 144). Læreren må lage spørsmål til eksempel programmet som eleven skal svare muntlig på. For at disse skal være gode krever det at læreren selv har kompetanse i programmering og algoritrisk tenkning, i tillegg til å kjenne til typiske elevmisforståelser (Sentance et al., 2019, s. 149).

Dette kan også være en inngang til parprogrammering, men det fantes lite tegn til at informantene praktiserte noen form for parprogrammering. Tvert imot, så la en informant vekt på at elevene måtte programmere på egenhånd for å lære det, dette kan være fordi informanten ikke er kjent med parprogrammering. Informanten for noe støtte fra teori på dette punktet, Bodaker og Rosenberg-Kima (2022, s. 13) fant at par som besto av elever med stor forskjell i programmerings kunnskap, kunne føre til at den svake parten blir passiv i navigatørrollen. Informantenes praksis med å ikke ta parprogrammering i bruk stemmer også godt med observasjonen til Sentance, Waite, Hodges, et al. (2017, s. 535) om at skoler som har nok micro:bit til alle ikke bruke samarbeidsmetoder aktivt i undervisningen. Dette stemmer også bra informanten som ikke hadde nok micro:bit til alle, løste dette ved å ta i bruk stasjonsundervisning som metode. Dette kan være noe som endrer seg over tid da en senere studie av Kalelioglu og Sentance (2019, s. 2589) etter micro:bit ble introdusert i England viste at lærerne ofte brukte parprogrammering i undervisning med micro:bit. Det kan da være en fordel at lærere først får en kort innføring i hva parprogrammering er, før de tar det i bruk da det er noen fallgruver, slik som intervall og par kompatibilitet.

Forskningen viser at parprogrammering med veldig lange intervaller, som bytte ved hver økt, kan ha en negativ konsekvens på elevtilfredshet (Zhong et al., 2017, s. 230) som igjen kan ha negative følger på måloppnåelse. Det er også viktig at parene kommer overens med hverandre for å lykkes med parprogrammering (Werner & Denning, 2009, s. 32). Fordelene med parprogrammering er at det kan øke problemløsningskompetansen til elevene, gi dem økt selvtillit, redusere frustrasjon, øke

elevtilfredshet og fremme positive holdninger til programmering (Werner & Denning, 2009, s. 32; Zhong et al., 2017, s. 229). Spesielt jenter får økt selvtillit ved parprogrammering (Zhong et al., 2016, s. 429), dette kan bidra til å få ned forskjellen i programmeringsevner som kan oppstå mellom gutter og jenter (Bodaker & Rosenberg-Kima, 2022, s. 13). Lærere kan også med fordel utnytte parprogrammering for å styrke elevenes programmeringsevner slik Iskrenovic-Momcilovic (2019) fant i sin studie. Arbeid med robotiserte enheter sammen med blokkprogrammering har vist seg å kunne øke elevers forståelse for programmeringsprinsipper og elevers motivasjon og entusiasme (López et al., 2021, s. 107). Micro:bit sammen med bit:bot vil kunne klassifiseres som en robotisert enhet, det finnes også andre robotisert enheter for bruk i skole, felles for de er at de er styrt av en mikrokontroller.

Det er i styringsdokumentene til skolen bestemt at den skal legges til rette for dybdeløring (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 7,11,17), i resultatene i denne studien kommer det frem at ikke alle informantene følte de hadde fått til dybdeløring med micro:bit. Dette blir begrunnet med at micro:bit var fortsatt ganske nytt for dem og at det krevdes mer kompetanse i bruk av micro:bit før de kunne klare å legge til rette for dybdeløring. Holt og Voll (2019) sin modell for dybdeløring i naturfag skiller mellom instrumentell forståelse og relasjonell forståelse. Hvor relasjonell forståelse handler om hvorfor regler eller en oppskrift er som den er (Holt & Voll, 2019, s. 34). Dersom lærerne skal kunne hjelpe elevene til en relasjonell forståelse i forhold til micro:bit og programmering, kan det være rimelig å anta at læreren selv må ha en relasjonell forståelse til disse områdene. En annen informant i denne studien mente at det var viktig at det var tverrfaglig for å få til dybdeløring og hadde gjennomført et tverrfaglig opplegg med elever. Dette får støtte i styringsdokumentene hvor dybdeløring blir koblet sammen med tverrfaglig undervisning I NOU 2014:7 (s. 35) er dybdeløring, en tverrfagligundervisning som kan hjelpe elevene til å se sammenhenger på tvers av fag og på den måten bidra til deres dybdeløring. I Meld. St. 28 (2015-2016, s. 33) står det at elevene må kunne få muligheten til å fordype seg i lærestoffer og arbeidet med det over tid. De må under arbeidet også få utfordringer tilpasset deres nivå. Informantene i denne studien sier de ikke setter læringsmål for individuelle økter, de setter heller mål for en lengere periode. Dette samsvarer godt med anbefalingene til Sentance, Waite, MacLeod, et al. (2017, s. 97) om at man bør ha et sammenhengende opplegg som foregår over tid fremfor å ha korte økter som ikke henger sammen. I tillegg kommer det frem de tilpasser innholdet til sine elever. Det er også en informant som legger vekt på å gjøre undervisningen relevant for elvene, for å hjelpe de å forstå hvorfor de lærer det. Dette er i tråd med modellen for dybdeløring til Holt og Voll (2019) hvor en av områdene for dybdeløring er holdninger, som handler om at elevene må føle at det de

gjør er relevant for deres hverdag og at de ser verdien i å lære det (Holt & Voll, 2019, s. 35). Det finnes også andre tegn på dybdeløring i svarene til informantene slik som at elevene utforsker egne løsninger ved hjelp av prøving og feiling, dette kan kobles til den overordnede delen av læreplanen som trekker frem utforskning og eksperimentering som viktige aspekter ved dybdeløring (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 7).

5.2 Organisering

I resultatene kommer det frem at mikrokontrolleren skolene har valgt å jobbe med er micro:bit. Dette kan være et godt valg ettersom micro:bit er laget for å være lett å komme i gang med og har mange innebygde sensorer (Sentance, Waite, Hodges, et al., 2017, s. 531). Fordelen med de innbygde sensorene kan være at de fjerner kompleksitet rundt oppkobling av eksterne sensorer. Dette bidrar til at man kan komme raskere i gang med bruk av sensorer, også har man muligheten til å bygge ut med eksterne sensorer etter behov. Micro:bit ble utviklet for at unge mennesker skulle kunne være kreative med teknologi og utvikle kompetanser innenfor vitenskap og teknologi (Sentance, Waite, Hodges, et al., 2017, s. 531). Måten informantene forbereder og utfører økter med micro:bit er delvis i samsvar med Lee (2020) sin seks stegs modell for undervisning med mikrokontrollere. Informantene som har mer erfaring i bruk av micro:bit velger å ta den frem når det er hensiktsmessig i forhold til tema, dette er i tråd med det første steget i modellen som handler om å velge ut tema basert på hva elevene holder på med (Lee, 2020, s. 924). Informantene melder også om at de ofte bruker nettressurser for å finne inspirasjon til undervisningsopplegg og tilpasser oppleggende etter behov. Her er vi inne på det andre steget i modellen som går utpå å finne ut hvordan man kan bruke mikrokontrolleren til å oppfylle målet, dette kan gjøres ved å for eksempel lete etter opplegg på internett (Lee, 2020, s. 924). Videre sier informantene at de prøver ut opplegget selv på forhånd, dette er i tråd med det steg tre hvor læreren må sjekke at læremateriell er på plass og prøve ut oppkoblinger på egenhånd (Lee, 2020, s. 925).

Det kommer frem av intervjuene at informantene demonstrerer hva eleven skal gjøre i økten før elevene selv skal prøve. Dette samsvarer ikke helt med steg fire i Lee (2020) sin modell, hvor han anbefaler å bruke bilder eller video som demonstrasjon fordi det kan være vanskelig for alle elevene å se hva læreren gjør i forhold til oppkoblinger (Lee, 2020, s. 925). Det kommer ikke frem i intervjuene hvorvidt informantene gir elevene en mal til programmet de skal lage, men mange av nettressursene på micro:bit sine sider er rene instruksjoner (Sentance, Waite, MacLeod, et al., 2017, s. 95). Det kan være rimelig å anta at i en oppstartsfasen, så vil det være nødvendig å gi elevene en form for instruksjon. Informantenes understrekning av steg for steg tankegangen i algoritmisk

tenkning og det å følge en oppskrift, kan tyde på at de har gitt elevene skriftlige instruksjoner å følge. Dette vil i så fall være med i tråd med steg fire av Lee (2020) sin modell. Et potensielt problem med dette kan være at det er lite rom for elevutforskning ved steg for steg baserte instruksjoner (Sentance, Waite, MacLeod, et al., 2017, s. 95). Det virker ikke som dette har vært et problem for informantene da de forteller om elever som ikke har problemer med å prøve ulike løsninger på egen hånd. Steg fem i Lee (2020) sin modell går utpå å gjennomføre opplegget som planlagt (Lee, 2020, s. 926), det er ikke noe i datagrunnlaget som gir uttrykk for at informantene gjøre annet enn nødvendige elevtilpasninger under økten. Derfor kan man anta at informantene gjennomfører opplegget som de har planlagt. Det siste steget i Lee (2020) sin modell handler om å reflektere over økten for å avgjøre hva som gikk bra, eller ikke så bra og hva som eventuelt kunne vært forbedret (Lee, 2020, s. 926). I datagrunnlaget er det ikke noe som uttrykkelig gir svar på dette den ene eller andre veien, men det kommer frem at skolene har erfaringsdeling og i en slik erfaringsdeling kan det foregå refleksjoner hos læreren som har gjennomført opplegget, i tillegg til innspill fra kollegaer som kan ha forskjellige synspunkter. Det vil basert på dette være rimelig å si at lærerne delvis følger Lee (2020) sin modell, om enn ubevist.

Informantene har fått oppæring i å bruke micro:bit sin tilhørende app for å programmere micro:biten og de bruker blokkprogrammering. Dette faller i linje med den internasjonale trenden hvor blokkprogrammeringsspråk Scratch er mest brukt (Rich et al., 2018, s. 318). Informantene bruker altså ikke Scratch, men micro:bit sitt eget blokkprogrammeringsspråk MakeCode som er tilsvarende i vanskelighetsgrad og funksjon. Dette er i samsvar med Eidslott (2021, s. 25) sin anbefaling om å bruke blokkprogrammering fordi det er færre fallgruver enn det tekstprogrammering har og er derfor lettere å ta i bruk. Dette får støtte av Bau et al. (2017, s. 77) som hevder at blokkprogrammering reduserer den kognitive belastningen for nybegynnere og forhindrer de fra å gjøre feil. Blokkprogrammering kan også øke elevens evne til problemløsning og abstraksjon (Çakıroğlu et al., 2021, s. 8; Tekerek & Altan, 2014, s. 137) som kan øke deres evne til algoritmisk tenkning, slik informantene også forteller at de opplever arbeid med micro:bit har gjort. Forskning viser at elever som bruker blokkprogrammering får mer gjort enn elever som bruker tekstbaserte programmeringsspråk (Price & Barnes, 2015, s. 98), basert på dette kan man si at valg av blokker er et fornuftig valg. Jiang og Li (2021) hevder at elevene også må få meningsfulle oppgaver som er relatert til spesifikke emner for å øke deres evne til algoritmisk tenkning med blokkprogrammering (Jiang & Li, 2021, s. 520). Informantene har blant annet gjennomført tverrfaglige opplegg ved hjelp av micro:bit og lager oppgaver som elevene kan relatere til i sin egen hverdag. Dette kan bidra til å gjøre arbeidet med micro:bit og blokkprogrammering meningsfullt for

elevene og dermed øke deres evne til algoritmisk tenkning. Informantene sier selv at arbeid med micro:bit er tidskrevende, det er ikke klart om det er innføringen som er mest krevende, oppstarten, programmeringen eller oppkoblingen, men ved å ha valgt blokker har de i det minste et godt utgangspunkt for at programmeringen skal være så effektiv som mulig.

I resultatene i denne studien kom det frem at når det kom til bruk av micro:bit i undervisningen, kunne det å måtte koble micro:biten og nettbrettet sammen for hver gang elevene skulle overføre et program oppleves som en tidstyv. Tidstyver som dette er ikke noe lærere får gjort noe med, det kan bety at dette er noe lærerne må ta med i beregningene når de planlegger undervisning med micro:bit. Sentance, Waite, MacLeod, et al. (2017, s. 97) nevner i sin anbefaling til bruk av micro:bit i skolen at lærere må få tid til å både integrere micro:bit i undervisningen og tid til å øve, planlegge og utvikle undervisningspraksisen. Det kommer ikke klart frem i datagrunnlaget om informantene mener de har fått nok til tid å øve, planlegge og utvikle undervisningspraksisen sin. Det var en informant som opplevde det som tidskrevende å lære seg micro:bit godt nok til å se mulighetene, dette kan være et tegn på at informanten ikke har fått nok tid i forkant av introduksjonen av micro:bit. Informantene med mer erfaring valgte å bruke micro:biten når det var hensiktsmessig i forhold til hvilket tema de holdt på med. Av Informantene var det en som hadde brukt micro:bit i et tverrfaglig prosjekt med kunst og håndverk, en som hadde brukt det inn mot matematikk og en som var helt i oppstartsfasen. Dette samsvarer med praksis i andre land hvor lærere underviser programmering oftest i matematikk etterfulgt av naturfag (Rich et al., 2018, s. 319).

Resultatene i denne studien støtter opp om mange av resultatene til Kaleliogli og Sentance (2019). Informantene i denne studien var positive til bruk av micro:bit i undervisningen, mente elevene var motiverte og brukte ofte nettressurser til undervisningsopplegg. Disse punktene finner man også i Kalelioglu og Sentance (2019, s. 2588-2589, 2592-2593) sin undersøkelse om læreres erfaringer med micro:bit. Kaleliogli og Sentance (2019) fant at lærere ofte brukte demonstrasjon, parprogrammering, utforskning, kopiering og verbal forklaring av kode som teknikker (Kalelioglu & Sentance, 2019, s. 2589). I denne undersøkelsen er det hovedsakelig demonstrasjon som blir trukket frem som teknikk for undervisning, sammen med at elever på egenhånd prøver og feiler som kan betegnes som utforskning. Feilsøking slik som i modify steget i PRIMM-modellen blir ikke tatt i bruk som en undervisningsmetode av informantene i denne undersøkelsen. Det finnes lite tegn til at informantene benytter seg av PRIMM-modellen og dette kan forklares ved at de ikke er kjent med modellen. Informantene bruker ofte nettressurser som har steg for steg oppskrifter for

hvordan programmet skal lages. Selv om informantene ikke tar i bruk PRIMM-modellen, kan det å lage kode fra bunnen også støtte elevenes evne til algoritmisk tenkning slik Neutens et al. (2021, s. 1309) fant i deres studie.

5.3 Lærerkompetanse

Når man skal innføre nye ting i undervisningspraksisen krever dette at lærere utvikler seg. I denne studien er det to måter lærere har utvikler seg, den første måten er ved ekstern kursing, den andre er ved erfaringsdeling. I tillegg til dette er læreres holdninger og oppfatninger også relevant når det kommer til profesjonsutvikling. I følge Guskey (2020, s. 67) handler profesjonsutvikling om å endre læreres holdninger og oppfatninger.

Informantene i denne studien sier selv at kurset og opplæringen de har fått har i stor grad foregått gjennom ekstern kurs hvor hovedinnholdet har vært teknisk/praktisk opplæring i bruk av micro:bit. De sier også at kurset har manglet et didaktisk grunnlag. Dyssegaard et al. (2017, s. 143) hevder at implementering av forskningsbasert undervisning krever støttesystemer slik som samarbeid med eksterne aktører. Informantene forteller at kompetansehevingen har skjedd i regi av en ekstern aktør og dette er da i tråd med Dyssegaard et al. (2017) sin anbefaling. I NOU 2015:8 anbefalte utvalget at profesjonsutøvelsen til lærere bør være forskningsbasert (NOU 2015:8, s. 96) denne anbefalingen ble videreført i Meld. St. 21 (2016-2017, s. 86). Resultatet finner man i overordnet del av læreplan hvor det vektlegges at kunnskapsgrunnlaget for profesjonsutøvelsen skal være forsknings- og erfaringsbasert (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 18). Slik har man bevart den tradisjonelle erfaringsbaserte praksisen og samtidig introdusert den nye forskningsbaserte kunnskapen.

I resultatene i denne studien er det ingen tegn på at lærerne kjenner til de didaktiske modellene, som PRIMM, parprogrammering eller Lee (2020) sin modell for undervisning med mikrokontrollere. Dette sammen med informantenes påstander om at de ikke har fått noe didaktisk grunnlag fra kurset, kan tyde på at kurset ikke introduserer forskningskunnskap i rå form. Super:bit, som har ansvar for opplæringen, skriver på sine sider at de har utarbeidet et undervisningsopplegg som de vil gjennomføre i klassene og måle er å få lærerne til å kunne utføre opplegget på egenhånd (Super:bit, 2021). Altså kan kursholderen istedenfor å introdusere didaktiske modeller, ha utviklet et undervisningsopplegg basert på forskningskunnskap. Det kommer ikke klart frem av verken super:bit sine sider eller i datagrunnlaget for denne studien om kurset er rotfestet i forskningsbasertkunnskap. Guskey (2002, s. 383-384) hevder at lærere ikke endrer sin praksis ved at de blir fortalt eller vist hva de skal gjøre, de blir endret av sine egne erfaringer. Dette er også

delvis i tråd med Dyssegaard et al. (2017, s. 143) som mener at profesjonsutvikling bør skje på mange områder slik som: dele erfaringer med hverandre, observasjon av hverandres praksis og delta på kurs som introduserer ny kunnskap. Kurset som informantene i denne studien har deltatt på har introdusert ny kunnskap, men informantene oppfatter det hovedsakelig som teknisk- og praktisk kunnskap ved bruk av micro:bit, og ikke didaktisk kunnskap. Det kommer frem i resultatene at kursholderen har både hatt kurs kun med lærere, men har også kommet til skolen og gjennomført opplegget i klassene til informantene. Dette er et valg som er i tråd med Guskey (2020, s. 69) som hevder at for at lærere skal endre sin praksis, må de oppleve en økning i læringsutbytte til elevene, dette inkluderer en økning i elevmotivasjon, engasjement eller holdninger til læring. Informantene i denne studien opplever at elevene er motiverte i arbeid med micro:bit. Dette kan være et tegn på at informantene har opplevd at elevene var motiverte til å lære med micro:bit på kurset, og opplever at det er en metode som fungerer og har derfor tatt micro:bit i bruk i sin praksis. Det kan også oppleves som vanskelig for informantene å ta i bruk erfaringskunnskap ved bruk av micro:bit i undervisningen da informantene selv forteller at det er en veldig annerledes måte å arbeide på.

Ved innføring av ny undervisningspraksis er det flere hindre man kan støte på. I Norge har lærere hatt stor autonomi og bestemt i stor grad hvordan de vil undervise på egenhånd, gjerne basert på deres erfaringer (Dyssegaard et al., 2017, s. 139). Måten super:bit har valgt å utvikle et eget undervisningsopplegg som lærere skal kopiere og gjennomføre selv, kan oppleves som en innsnevring av deres autonomi, men det er ingenting i datagrunnlaget i denne studien som tilsier det. Det største hindret for implementering av forskningsbasert undervisningspraksis er tid, Dyssegaard et al. (2017, s. 140) avdekket i deres studie at lærere var ofte under tidspress og opplevde implementering av forskningsbasert undervisningspraksis som en ekstra byrde. I denne studien var det en informant som opplevde implementeringen som krevende og vektlagt at det tok tid. For at lærere skal ta i bruk ny praksis, må de oppleve at den nye praksisen fungerer etter kort tid, hvis ikke vil de trolig droppe den (Guskey, 2020, s. 74). I denne studien opplevde alle informantene at elevene var motiverte i arbeid med micro:bit, det vil derfor være lite sannsynlig at de velger å droppe undervisningspraksis med micro:bit. Resultatene i denne studien avdekket at i profesjonsfellesskapet til en av informantene var det mange som ikke hadde kommet i gang med bruk av micro:bit i sin undervisning. Informanten forklarte at dette var knyttet til at det var for lang tid mellom hver kursdag og at det var et stort behov for selvlæring i tillegg til kurset. I tillegg opplevde en informant at de første kursdagene ble repetitive og ønsket mer kursing. I NOU 2015:8 anbefaler utvalget at kompetanseutvikling er noe som bør skjer over lengere tid og bør legge opp til

systematisk arbeid og målrettet arbeid. Det at det er langt mellom hver kursdag er altså noe som er i tråd med anbefalingene til utvalget i NOU 2015:8 (s. 96).

Det er ifølge Dyssegaard et al. (2017) flere nøkkelområder som er viktig i innføring av forskningsbasert undervisningspraksis. Et av disse nøkkelområdene er støttesystemer (Dyssegaard et al., 2017, s. 143), den eksterne kursholderen er støttesystemet i dette tilfelle, men ansvaret ligger ikke alene på dem. Profesjonsutvikling krever også at lærere arbeider sammen i team og utvikler sin praksis, ved at de for eksempel observerer hverandre sin praksis og deler erfaringer. I datagrunnlaget i denne studien kommer det frem at en informant har gjennomført undervisning med micro:bit i klassen til en annen lærer med deres lærer til stede. Det kommer også frem at informantene har deltatt i erfaringsdeling, så langt det har latt seg gjøre, en informant forteller om problemer i forbindelse med Covid-19 pandemien. Dette er i tråd med anbefalingene til Dyssegaard et al. (2017, s. 143). Dersom det oppleves som et problem at det er lang tid imellom hver kursdag, kan dette tyde på at det ikke er satt av nok tid til profesjonsutviklingen mellom kursdagene. Sentance, Waite, MacLeod, et al. (2017, s. 97) anbefalte at lærerne må få tid til å øve, planlegge og utvikle undervisningspraksisen sin med micro:bit, og tid er, som nevnt, ofte det største hinderet til profesjonsutvikling (Dyssegaard et al., 2017, s. 140). Informantene i denne studien er klar over sin forpliktelse til å ta i bruk utstyr slik som micro:bit for å oppfylle kompetansemålene i LK20, og er positive og engasjerte til bruk av micro:bit. Dette er et viktig punkt da læreres holdninger og oppfatninger er avgjørende for at innføring av ny undervisningspraksis skal bli vellykket (Dyssegaard et al., 2017, s. 144). Informantene var positive til å få kursing, men mente at de ikke hadde fått tilstrekkelig opplæring før de skulle ta micro:bit i bruk i undervisningen. Dette førte til at en informant ikke følte seg sikker på sin undervisningspraksis. Dersom lærere føler seg usikre på sin undervisning, kan dette føre til at de ikke tar i bruk ny praksis i fare for å feile som betyr at elevene kan være mindre engasjert, og ende opp med lavere læringsutbytte enn ved lærers etablerte praksis (Guskey, 2020, s. 72).

For at man skal lykkes med profesjonsutvikling anbefaler Dyssegaard et al. (2017, s. 143-144) at man evaluerer hvordan det går med implementeringen. Utvalget i NOU2015:8 (s. 96) peker også på at profesjonsutvikling må følges opp med forskning og evaluering, dette for å sikre at utviklingen fungerer. Evalueringen kan gjøres ved å samle inn data fra elevene og delta i erfaringsdeling. I datagrunnlaget i denne studien er det ikke klart hva informantene legger i erfaringsdeling, men det kan være rimelig å anta at refleksjon over hvordan implementeringen av micro:bit går er en del av det. Forskningen i NOU 2015:8 (s. 96) kan tolkes som en ekstern evaluering for å kontrollere at

man er på riktig spor, slik ultra:bit prosjektet har gjort det i Danmark (Binau & Trolle, 2021). I Norge har det så langt ikke blitt publisert noen evalueringer av super:bit prosjektet. Prosjektet har sin avslutning i 2022, dette kan være grunnen til at det ikke er gjort noen offentlig evaluering enda, men devalueringer slik de har gjort i ultra:bit prosjektet i Danmark kunne ha avdekket eventuelle problemer. I denne studien kom det frem av informantene ikke følte kurset hadde gitt de tilstrekkelig kompetanse for å ta micro:bit i bruk i sin undervisning. En studie med et større utvalg, kunne med større sikkerhet sagt om dette er representativt for en stor del av lærere. Men ut ifra datagrunnlaget i denne studien kan man slå fast at kurset ikke har gitt lærere tilstrekkelig opplæring i forkant av introduksjonen av micro:bit i undervisningen. I skolens styringsdokumenter står det at lokale høyskoler og universiteter skal stå for kompetanseutviklingstiltakene i skolene (Meld. St. 21, 2016-2017, s. 86), men det er de regionale vitensentrene som har fått oppdraget om å lære opp elever og lærere til å ta i bruk micro:bit i undervisningen. Dette er noe en informant i denne studien også stilte spørsmål ved. Forsøk på å finne en forklaring har ikke lyktes.

Det kommer også frem i resultatene i denne studien at informantene mente arbeid med micro:bit økte deres profesjonsfaglige digitale kompetanse. Profesjonsfaglig digital kompetanse handler om hvordan læreren tar i bruk digitale midler i sin undervisning, og inneholder mange forskjellige kompetanseområder (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 3). Informantene i denne studien mente som sagt at deres profesjonsfaglige digitale kompetanse hadde økt som en følge av introduksjonen av micro:bit, dette kan gjelde flere kompetanseområder innenfor profesjonsfaglig digital kompetanse. Et kompetanseområde som man kan anta ble styrket av arbeid med micro:bit er fag og grunnleggende ferdigheter. Dette kompetanseområdet handler om lærerens oversikt over hvordan digitale enheter kan brukes for å oppnå kompetansemålene i læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 3). Det kommer i resultatene frem at informantene har gjennom kurs fått en innsikt i hvilke muligheter som ligger i utstyret. Dette har ført til at informantene har tatt micro:bit i bruk i naturfag- og matematikkundervisningen. Dette viser at de har fått en oversikt over hvordan digitale enheter kan brukes i undervisningen i forhold til kompetansemål, som det kan være rimelig å anta at de ikke hadde før de fikk micro:bit og kursing. Ledelse av læringsprosesser er et annet kompetanseområde innenfor profesjonsfaglig digital kompetanse (Utdanningsdirektoratet, 2021), som kan ha blitt styrket av arbeid med micro:bit. Det handler om at læreren skal kunne lede elevene igjennom arbeid med digitale enheter. Det innebærer å kunne tilpasse undervisningen med digitale enheter til elevene og fremme lærelyst (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 6). Det kommer av resultatene frem at informantene forbereder undervisningen ved hjelp av nettressurser og at de tilpasser disse ressursene til elevene, de oppfyller altså den delen av kompetanseområdet. I

undervisningen opplever informantene at elevene er motiverte og at de prøver og feiler ulike løsninger på egenhånd, dette kan tyde på at de har lyktes i å fremme lærelyst hos elevene. Det kan derfor være rimelig å anta at dette kompetanseområde også har blitt styrket i arbeid med innføringen og bruken av micro:bit i undervisningen.

Det er to kompetanseområder innenfor profesjonsfaglig digital kompetanse som kurset informantene har deltatt på kunne bidratt til å styrke. Det første kompetanseområdet er pedagogikk og fagdidaktikk. Dette handler om at læreren kjenner til ulike didaktiske metoder for å bruke digitale hjelpemidler, og at de kan ta utgangspunkt i styringsdokumenter og forsknings- og erfaringsbasert kunnskap i planleggingen av undervisning (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 5). I resultatene kom det frem at kurset informantene hadde deltatt på, ikke inneholdt noe didaktikk rundt bruk av micro:bit. Dette kan være en forbigått mulighet, for introduksjon av didaktiske modeller som PRIMM eller parprogrammering, kunne styrket informantenes profesjonsfaglige digitale kompetanse. Det er ikke dermed sagt at informantene ikke har styrket dette området, fordi det innebærer også å planlegge undervisningen etter styringsdokumenter og erfaringsbasert kunnskap. Informantene har lagt opp til undervisning innenfor fagene og forsøker å legge til rette for dybdelæring for elevene. De følger da nødvendigvis læreplanen, både den for fagene de bruker micro:bit i, men også den overordnede delen som alltid er gjeldene. I tillegg vil det være rimelig å anta at de, etter å ha brukt micro:bit i undervisningen, har opparbeidet seg noe erfaringsbasert kunnskap av hva som fungerer og hva som ikke fungerer med bruk av micro:bit i undervisningen. Det andre kompetanseområdet kurset kunne ha styrket er endring og utvikling (Utdanningsdirektoratet, 2021). Endring og utvikling går ut på at læreren kjenner til forskning og metoder for hvordan man integrere digital teknologi i undervisning og kan videreutvikle sin profesjonsfaglige digitale kompetanse (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 7). Informantene i denne studien har deltatt på et kurs som har hatt en teknisk og praktisk tilnærming til bruk av micro:bit. Det er derfor i resultatene lite som tyder på at informantene kjenner til forskning rundt bruk eller integrering av micro:bit i undervisningen. Likevel har informantene i stor grad lyktes med integreringen av micro:bit i undervisningen, det kommer frem av at de møtes av motiverte og engasjerte elever. Ved bruk av nettressurser i forberedelse av undervisningen, kan informantene få, over tid, styrket sin profesjonsfaglige digitale kompetanse.

5.3.1 Skolen som lærende organisasjon

I overordnet del av læreplanen står det: «Skolen skal være et profesjonsfaglig fellesskap der lærere, ledere og andre ansatte reflekterer over felles verdier, og vurderer og videreutvikler sin praksis»

(Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 18). basert på dette kan man si at skolen skal være en lærende organisasjon slik som Senge (1990/1991) beskriver det. Dette kan også være med på å bestemme hvor vellykket endringsprosesser i skolen er, slik som introduksjonen av micro:bit. I datagrunnlaget i denne studien finnes det noen spor på at skolene til informantene opererer som lærende organisasjoner. Senge (1990/1991) beskriver fem disipliner som er grunnleggende for en lærende organisasjon. Personlig mestring er den første, det handler om at personene i organisasjonen må ha et mål klart for seg, de må være villig til å utvikle sine holdninger og ferdigheter (Senge, 1990/1991, s. 145). I denne studien viser informantene at de er villig til å utvikle seg, de ønsket seg gjerne mer kursing og var positive til å få opplæring, selv om de ikke følte det var nok. Videre viser informantene at de har et bevist mål foran seg, selv om ikke alle informantene følte at de fikk til dybdelæring med micro:bit, var dette et mål de arbeidet mot. Dette tyder på at informantene oppfyller kravet til personlig mestring. Den neste disiplinen handler om mentale modeller. Senge (1990/1991, s. 191) hevder at en lærende organisasjon utvikler sine mentale modeller ved å lære nye ferdigheter og bruke ny kunnskap for å integrere de nye ferdighetene inn i sin praksis. Dette krever at menneskene ved organisasjon kan reflektere over deres tanker i situasjoner de havner i. Dette er også et poeng i den overordnede delen av læreplanen hvor det står at lærere skal i fellesskap reflektere over og vurdere undervisningen sin (Kunnskapsdepartementet, 2017b, s. 18). I datagrunnlaget for denne studien reflekterte informantene over bruk av micro:bit i sin undervisning. I tillegg til dette kommer det frem at informantene deltar på erfaringsdeling. På en erfaringsdeling deler læreren sine erfaringer med bruk av micro:bit i undervisning, en slik deling kan sies å kreve refleksjonskompetanse hos personen som deler, hvordan synes de det gikk, hva kunne gått bedre, dukket det opp noen problem, og lignende. Det vil basert på dette kunne konstateres at på skolene til informantene arbeidet de med de mentale modellene.

Den neste disiplinen kaller Senge (1990/1991, s. 212) for felles visjon. Disiplinen felles visjon handler om at menneskene ved organisasjonen arbeider mot et felles mål. Dersom alle arbeider mot et og samme mål, kan det bidra til å knytte menneskene sammen og få de til å føle at de tilhører et fellesskap (Senge, 1990/1991, s. 212). Det vil i datagrunnlaget for denne studien være vanskelig å si noe om den felles visjonen for skolene som informantene er arbeider, da de er alle på forskjellige skoler. Som representanter for sine skoler og sine profesjonsfellesskap, sier informantene at de har som mål å bruke micro:bit inn mot fagene og få til dybdelæring samt å øke elevenes evne til algoritmisk tenkning. I tillegg til dette er skolene underlagt den overordnede delen av læreplanen (Kunnskapsdepartementet, 2017b) som setter et mål for hva skolene og lærerne skal arbeide mot. Den felles visjonen er altså kommet fra det man kan kalle toppen av organisasjonen. Senge

(1990/1991, s. 218) hevder dette kan være et problem dersom den felles visjonen ikke har tatt hensyn til den personlige visjonen til menneskene i organisasjonen, som vil være landets lærere. Den overordnede delen til læreplanen var på høring i 2017 (Regjeringen.no, 2017) hvor menneskene i organisasjonene kunne granske innholdet, komme med innspill og forstå den felles visjonen. På denne måten kan en felles visjon fungere selv om den kommer i fra toppen av organisasjonen (Senge, 1990/1991, s. 219).

Selv om organisasjonen har oppnådd personlig mestring og har omfavnet en felles visjon er ikke dette alene nok til å kunne definere den som en lærende organisasjon. En lærende organisasjon krever mer, den krever gruppelæring. I skolen kan en gruppe være teamene ved skolen, men det handler også om skolen som en helhet. I gruppelæring må menneskene ha opprettet en relasjon imellom hverandre og man må kunne stole på at man kan utfylle hverandre (Senge, 1990/1991, s. 239). Man må oppmuntre hverandre til å videreformidle praksis og ferdigheter gjennom organisasjonen, det handler om å kunne utnytte den kollektive hjernekraften som er i gruppene i organisasjonen (Senge, 1990/1991, s. 239). Av datagrunnlaget i denne studien kommer det frem at informantene tar del i gruppelæring. En informant blir bruk som en ressursperson i sin skole ved å ha undervisning med micro:bit i klassen til en annen lærere med den læreren til stede, dette tyder på at de har en god relasjon på skolen og lærerne stoler på hverandre. Dette fører også til at de blir oppmuntret til å videreformidle praksis innenfor organisasjonen. Videre har informantene deltatt i erfaringsdeling i profesjonsfelleskapene sine, dette er videre et tegn på at de videreformidler og reflekterer over praksisen ved organisasjonen.

Den femte disiplinen er systemtenkning. Systemtenkning handler om at alle disiplinene innenfor den lærende organisasjonen har en påvirkningskraft på hverandre (Senge, 1990/1991, s. 12). Den felles visjonen vil for eksempel kunne påvirke den personlige mestringen hos menneskene ved organisasjonen. Senge (1990/1991, s. 86) hevder det sentrale bak systemtenkning er feedback-prosesser. Han skiller mellom to typer, forsterkende og balanserende. Forsterkende feedback-prosesser er en slags snøball effekt, hvor mindre hendelser kan gi store positive eller negative konsekvenser (Senge, 1990/1991, s. 88). I datagrunnlaget for denne studien, kan for eksempel informantenes positive opplevelser ved bruk av micro:bit i undervisningen føre til at de tar det mer i bruk, og videreutvikler sin praksis mer enn de ville ha gjort dersom de hadde hatt negative opplevelser med bruk av micro:bit. Balanserende feedback-prosesser handler på sin side om å opprettholde et mål eller en tilstand (Senge, 1990/1991, s. 90). Det er viktig at alle i organisasjonen er kjent med målet med en endringsprosess og at man er bevisst på eventuelle forsinkelser. Forsinkelser handler om at det tar tid før man ser resultatet fra en endringsprosess (Senge,

1990/1991, s. 96). I balanserende feedback-prosesser kan det ofte oppstå motstand mot endringer i etablert praksis. I denne studien er informantene bevisst på målet med å bruke micro:bit i undervisningen og det er ingen tegn til motstand mot innføring av micro:bit i undervisningen. Dette kan tyde på at informantene arbeider ved skoler som kan defineres som lærende organisasjoner. Dersom informantene arbeider ved lærende organisasjoner kan dette øke sannsynligheten for at de vil lykkes med endringsprosesser slik som introduksjonen av micro:bit i undervisningen, som allerede er godt i gang.

6 Konklusjon

Problemstillingen i denne oppgaven er: «Hvilke refleksjoner har lærere om innføring og bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen på mellomtrinnet?». For å belyse problemstillingen er det brukt en kvalitativ forskningsmetode. Datainnsamlingen har blitt foretatt ved hjelp av semistrukturerte intervju som har skapt et innblikk i lærerne sine refleksjoner rundt introduksjonen og bruken av mikrokontrollere i undervisningen. Det har blitt gjennomført en tematisk analyse av intervjuene for å identifisere hovedtemaer i analysedelen. Gjennom analysen ble det utviklet følgende hovedtemaer: elevlæring, organisering og lærerkompetanse. Det må tas forbehold i forhold til størrelsen på utvalget, studien består av 3 informanter, dette kan ha en innvirkning på studiens reliabilitet. Kurset informantene er en del av er ikke avsluttet og det må derfor også ta noen forbehold i forhold til dette.

Under hovedtemaet elevlæring kom det frem at informantene opplevde elevene som motiverte i undervisning med mikrokontrolleren micro:bit, og et par av informantene hadde fått til dybdelæring med micro:bit. Dette ble gjort ved å bruke micro:bit i tverfagligprosjekt og arbeide med å hjelpe elevene å se sammenhengen i bruken av micro:bit i forhold til hverdagslige ting slik som enhetene elevene bruker hver dag. Alle informantene mente bruk av micro:bit i undervisningen bidro til å styrke elevenes evne til algoritmisk tenkning og de arbeidet med å overføre tankegangen til andre fag. Ved arbeidsmåten prøve og feile, utforsket elevene muligheten med micro:bit. Selv om elevene hadde mulighet til å samarbeide, var det ingenting som tydet på at informantene tok i bruk parprogrammering i undervisning med micro:bit. Studien inkluderer kun informantenes refleksjoner over elevenes læring, og ikke elevenes egne tilbakemeldinger. Det hadde vært interessant å høre elevenes egne erfaringer med bruk av micro:bit, men det var ikke innenfor rammene for denne studien.

Under hovedtemaet organisering kom det frem at informantene bruke mikrokontrolleren micro:bit i undervisningen, denne enheten er laget for å være lett å ta i bruk og har mange innebygde sensorer (Sentance, Waite, Hodges, et al., 2017, s. 531), og det ligger dermed mange muligheter i enheten. Informantene bruker nettbrett i skolehverdagen og bruker denne enheten også til programmering av mikrokontrolleren. Informantene har valgt å bruke blokkprogrammeringsspråk sammen med micro:bit, dette er et valg med bred støtte i forskningen og annen litteratur. Blokkprogrammering kan øke elevenes evne til abstraksjon, problemløsning, motivasjon, trivsel og det er lettere å lære (Bau et al., 2017; Çakıroğlu et al., 2021; Eidslott, 2021; López et al., 2021; Tekerek & Altan, 2014). Det varierte i hvor mye erfaringer informantene i denne studien hadde med bruk av micro:bit i

undervisningen. Hvorvidt informantene brukte micro:bit inn mot fagene var avhengig av hvor mye erfaring de hadde. Informantene med mest erfaring hadde brukt micro:bit i naturfag og matematikk undervisningen. Informanten med minst erfaring var i oppstartsfasen og hadde fokus på enkle mål for at elevene og lærerne skulle bli kjent med micro:bit. Informantene opplevde det som tidkrevende å arbeide med micro:bit. Å måtte koble sammen micro:bit og nettbrettet via Bluetooth hver gang de skulle overføre et program var noe de opplevde tok tid. Det var også tidskrevende å lære seg å bruke micro:bit. Når informantene forbereder undervisningen, bruker de ofte nettressurser. De forsøker oppleggene på egenhånd før de gjør eventuelle tilpasninger og tar det i bruk i klasserommet. Informantene følger mange av stegene i Lee (2020) sin seks stegs modell for undervisning med mikrokontrollere, selv om de ikke har kjennskap til modellen. Det var ingen tegn til at lærerne bevist brukte didaktiske modeller som PRIMM i undervisningen med micro:bit.

Informantene har deltatt på ekstern kurs i forkant av introduksjonen av micro:bit i undervisningen, dette kurset var i regi av super:bit prosjektet og de regionale vitensentrene (Super:bit, 2021). Informantene forteller at kurset er delt opp i bolker og at det er en pågående prosess. Kursholderen har holdt kurs med bare informantene, men også besøkt skolene og gjennomført undervisningsopplegg i klassene til informantene. Informantene mente at kurset ikke ga de tilstrekkelig kompetanse til å bruke micro:bit i sin undervisning på egen hånd. Informantene var fornøyde med å ha fått kursing, men ønsket seg mer. For at lærere skal ta i bruk ny praksis krever det at de opplever at den nye praksisen fungerer. For at de skal oppleve at den nye praksisen fungerer må lærerne erfare et økt læringsutbytte fra elevene, dette kan være rent faglig, men kan også være i form av økt motivasjon og engasjement (Guskey, 2002, s. 384). Informantene i denne oppgaven opplevde motiverte elever i bruk av micro:bit og kan derfor oppleve at micro:bit i undervisning fungerer. Resultatene viser at opplæringen lærerne har fått ikke har inkludert et didaktisk element, dette har ført til at lærerne har stått på par bakke i forhold til programmeringsdidaktikk. Informantene deltar i erfaringsdeling i deres profesjonsfellesskap og enkelte fungerer som ressurspersoner for lærerkollegiet. Det fremgår av resultatene at informantene arbeider ved skoler som kan defineres som lærende organisasjoner. Studien inneholder ikke detaljert informasjon om kursets oppbygging, men inneholder informantenes opplevelser av å delta på kursene. Håpet for fremtiden er at Norge foretar mer forskning om hvordan vi bruker mikrokontrollere i undervisningen på grunnskolen. Forhåpentligvis vil det i fremtiden bli foretatt en evaluering av utviklingsprosjektet super:bit. Dette for å finne ut om resultatene i denne studien også gjelder for et større utvalg.

7 Referanseliste

- Alvesson, M. & Sköldberg, K. (2009). *Reflexive methodology : new vistas for qualitative research* (2nd. utg.). Sage.
- Bau, D., Gray, J., Kelleher, C., Sheldon, J. & Turbak, F. (2017). Learnable programming: blocks and beyond. *Communications of the ACM*, 60(6), 72-80. <https://doi.org/10.1145/3015455>
- BBC. (2021). *The BBC micro:bit*.
<https://www.bbc.co.uk/programmes/articles/4hVG2Br1W1LKCmw8nSm9WnQ/the-bbc-micro-bit>
- Berge, O., Bungum, B., Jørgensen, E. C., Kluge, A., Kristensen, T. E., Mørken, K. M., Sanne, A., Svorkmo, A.-G. & Voll, L. O. (2016). *Teknologi og programmering for alle - En faggjennomgang med forslag til endringer i grunnopplæringen- august 2016*. Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/globalassets/filer/tall-og-forskning/forskningsrapporter/teknologi-og-programmering-for-alle.pdf>
- Binau, F. C. & Trolle, O. (2021). *Delevaluering af DR ultra:bit - Spørgeskemanundersøgelse blant lærere og elever i 4., 5. og 6. klasse*. N. e. o. utviklingscenter. https://industriensfond.dk/wp-content/uploads/2022/04/Evaluering_ultrabit_2021.pdf
- Bodaker, L. & Rosenberg-Kima, R. B. (2022). Online pair-programming: elementary school children learning scratch together online. *Journal of research on technology in education*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2036653>
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Çakıroğlu, Ü., Çevik, İ., Köşeli, E. & Aydın, M. (2021). Understanding students' abstractions in block-based programming environments: A performance based evaluation. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100888. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100888>
- Cheng, P.-J., Liao, Y.-H. & Yu, P.-T. (2021). Micro:bit Robotics Course: Infusing logical reasoning and problem-solving ability in fifth grade students through an online group study system. *International review of research in open and distributed learning*, 22(1), 22-40.
- Coşkunserçe, O. (2021). Implementing teacher-centered robotics activities in science lessons: The effect on motivation, satisfaction and science skills. *Journal of pedagogical research*, 5(1), 50-64. <https://doi.org/10.33902/JPR.2021067231>
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. www.jstor.org/stable/1449618
- Dyssegaard, C. B., Egelund, N. & Sommersel, H. B. (2017). *What Enables Or Hinders the Use of Research-based Knowledge in Primary and Lower Secondary School - a Systematic Review and State of the Field Analysis*. Danish Clearinghouse for Educational Research, Department of Education, Aarhus University. <https://www.videnomlaesning.dk/media/2176/what-enables-or-hinders-the-use-of-research-based-knowledge-in-primary-and-lower-secondary-school-a-systematic-review-and-state-of-the-field-analysis.pdf>
- Eidslott, H. (2021). Programmering for alle *Bedre Skole 1*, 24-27. <https://www.utdanningsnytt.no/files/2021/05/27/BedreSkole-01-2021-nett.pdf>
- Forskrift om plan for grunnskolelærerutdanning, t.-. (2016). *Forskrift om rammeplan for grunnskolelærerutdanning for trinn 1–7* (FOR-2016-06-07-860). <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-06-07-860?q=grunnskolel%C3%A6rerutdanning>

- Guskey, T. R. (1985). The Effects of Staff Development on Teachers' Perceptions About Effective Teaching. *The Journal of educational research*, 78(6), 378-382. <https://doi.org/10.1080/00220671.1985.10885634>
- Guskey, T. R. (2002). Professional Development and Teacher Change. *Teachers and teaching, theory and practice*, 8(3), 381-391. <https://doi.org/10.1080/135406002100000512>
- Guskey, T. R. (2020). *Get set, go : creating successful grading and reporting systems*. Solution Tree Press.
- Haraldsrud, A. D., Sveinsson, H. A. & Løvold, H. H. (2020). *Programmering i skolen*. Universitetsforlaget.
- Holt, A. & Voll, L. O. (2019). Dybdeløring i naturfag. I A. Holt (Red.), *Dybdeløring i naturfag* (s. 17-36). Universitetsforlaget.
- Iskrenovic-Momcilovic, O. (2019). Pair programming with scratch. *Education and information technologies*, 24, 2943-2952. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09905-3>
- Jiang, B. & Li, Z. (2021). Effect of Scratch on computational thinking skills of Chinese primary school students. *Journal of computers in education (the official journal of the Global Chinese Society for Computers in Education)*, 8(4), 505-525. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00190-z>
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Abstrakt.
- Kalelioglu, F. & Sentance, S. (2019). Teaching with physical computing in school: the case of the micro:bit. *Education and information technologies*, 25(4), 2577-2603. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10080-8>
- Kalleberg, R. (2006). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. Forskningsetiske komiteer. <https://www.forskningsetikk.no/globalassets/dokumenter/4-publikasjoner-som-pdf/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-humaniora-juss-og-teologi.pdf>
- KeePassXC. (2021). *The Project*. Hentet 08.11.21 fra <https://keepassxc.org/project/>
- Kunnskapsdepartementet. (2017a). *Digitaliseringsstrategi for grunnsoppløringen 2017–2021*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/framtid-fornyelse-og-digitalisering/id2568347/>
- Kunnskapsdepartementet. (2017b). *Overordnet del - verdier og prinsipper for grunnsoppløringen*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/53d21ea2bc3a4202b86b83cfe82da93e/overordnet-del---verdier-og-prinsipper-for-grunnsoppløringen.pdf>
- Kvarv, S. (2021). *Vitenskapsteori : tradisjoner, posisjoner og diskusjoner* (Ny og utvidet utgave. utg.). Novus forlag.
- Larsen, B. B. (2021, 4.06.2021). *mikrokontroller*. Store norske leksjon. Hentet 28.09.2021 fra <https://snl.no/mikrokontroller>
- Lee, E. (2020). Developing a Low-Cost Microcontroller-Based Model for Teaching and Learning. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 921-934. https://pdf.eu-jer.com/EU-JER_9_3_921.pdf
- López, J. M. S., Otero, R. B. & García-Cervigón, S. D. L. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education [La aplicación de la robótica y programación por bloques en la enseñanza elemental]. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 95-113. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>
- Meld. St. 21. (2016-2017). *Lærelyst - tidlig innsats og kvalitet i skolen* (21). Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/71c018d2f5ee4f7da7df44a6aae265bc/no/pdfs/stm201620170021000dddpdfs.pdf>
- Meld. St. 28. (2015-2016). *Fag - Fordypning - Forståelse : En fornyelse av Kunnskapsløftet* (28). Kunnskapsdepartementet.

- <https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>
- Min, S. H. & Kim, M. K. (2020). Developing children's computational thinking through physical computing lessons. *International electronic journal of elementary education*, 13(2), 183-198. <https://doi.org/10.26822/iejee.2021.183>
- Neutens, T., Barbion, E., Coolsaet, K. & wyffels, F. (2021). Comparing learning ecologies of primary graphical programming: create or fix? *Journal of computer assisted learning*, 37(5), 1296-1311. <https://doi.org/10.1111/jcal.12570>
- NOU 2014:7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole — Et kunnskapsgrunnlag*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/e22a715fa374474581a8c58288edc161/no/pdfs/nou201420140007000dddpdfs.pdf>
- NOU 2015:8. (2015). *Fremtidens skole. Fornyelse av fag og kompetanser*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/da148fec8c4a4ab88daa8b677a700292/no/pdfs/nou201520150008000dddpdfs.pdf>
- NOU 2020:2. (2020). *Fremtidige kompetansebehov III - læring og kompetanse i alle ledd*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/053481d65fb845be9a2b1674c35d6d14/no/pdfs/nou202020200002000dddpdfs.pdf>
- NSD. (2021). *Informasjon til deltakerne*. Hentet 26.11.2021 fra <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/sjekklister-for-informasjon-til-deltakerne/>
- Ogden, T. (2020). *Skolens mål og muligheter* (1. . utg.). Gyldendal.
- Opplæringslova. (1998). (LOV-1998-07-17-61). <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>
- Postholm, M. B., Jacobsen, D. I. & Søbstad, R. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Price, T. W. & Barnes, T. (2015). Comparing Textual and Block Interfaces in a Novice Programming Environment. . *Proceedings of the Eleventh Annual International Conference on International Computing Education Research*, 91-99. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/2787622.2787712>
- Ratcliffe, S. (2016, 2016). Bill Gates. I. Oxford University Press. <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780191826719.001.0001/q-oro-ed4-00012282>
- Regjeringen.no. (2017). *Høring om forslag til ny generell del av læreplanverket for grunnopplæringen*. Hentet 15.05.2022 fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing-om-forslag-til-ny-generell-del-av-lareplanverket-for-grunnopplaringen-som-skal-erstatte-gjeldende-generell-del-og-prinsipper-for-opplaringen/id2542076/>
- Revdahl, C. J. (2022). *PXT: Vis et tilfeldig tall*. Hentet 03.05.2022 fra https://oppgaver.kidsakoder.no/microbit/pxt_tilfeldigtall/tilfeldig_tall
- Rich, P. J., Browning, S. F., Perkins, M., Shoop, T., Yoshikawa, E. & Belikov, O. M. (2018). Coding in K-8: International Trends in Teaching Elementary/Primary Computing. *TechTrends*, 63(3), 311-329. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0295-4>
- Rossing, K. N., Kleiven, O., Belboe, B. A., Sæther, R. & Hagen, H. E. (2020). Grunnkurs Micro:bit - DeKom. <https://www.ntnu.no/documents/2004699/12108297/Grunnkurs+Microbit+-+DeKom.pdf/f3156420-8148-8192-6dd7-c0817a179883?t=1601298398216>
- Senge, P. M. (1990/1991). *Den femte disiplin : kunsten å utvikle den lærende organisasjon* (A. Lillebø, Overs.). Egmont Hjemmets bokforlag. (Opprinnelig utgitt 1990).

- Sentance, S., Waite, J., Hodges, S., MacLeod, E. & Yeomans, L. E. (2017). "Creating Cool Stuff" - Pupils' experience of the BBC micro:bit. *Proceedings of the 48th ACM Technical Symposium on Computer Science Education: SIGCSE 2017*, 531-536.
<https://doi.org/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>
- Sentance, S., Waite, J., MacLeod, E. & Yeomans, L. E. (2017). Teaching with physical computing devices: the BBC micro:bit initiative. *Proceedings of 12th Workshop in Primary and Secondary Computing Education: WIPSC '17*, 87-96.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3137065.3137083>
- Sommerville, I. (2016). *Software engineering* (10th ed., global ed. utg.). Pearson.
- Super:bit. (2021). *Hva er super:bit*. Hentet 26.11.2021 fra <https://www.superbit.no/hva-er-superbit/>
- Super:bit. (2022). *Ustyret til super:bit*. Hentet 26.11.21 fra <https://www.superbit.no/utstyr-til-superbit/>
- Tekerek, M. & Altan, T. (2014). The effect of Scratch environment on student's achievement in teaching algorithm. *World Journal on Educational Technology*, 6(2), 132-138.
- UC SYD. (2022). *Hvad er ULTRABIT prosjektet?* Hentet 16.05.2022 fra <https://www.ucsyd.dk/cfu/ultrabit>
- Universitetet i Sørøst-Norge. (2021a). *Klassifisering av informasjon for studenter og ansatte*. Hentet 18.10.21 fra <https://min.usn.no/ansatte/vart-usn/vare-enheter/avdeling-for-infrastruktur/it-avdelingen/tjenester/student/artikler-til-tjenesten-lagring/klassifisering-av-informasjon-for-studenter-og-ansatte>
- Universitetet i Sørøst-Norge. (2021b). *Lagringsguide (studenter)*. Hentet 18.10.2021 fra <https://min.usn.no/ansatte/vart-usn/vare-enheter/avdeling-for-infrastruktur/it-avdelingen/tjenester/student/artikler-til-tjenesten-lagring/lagringsguide-studenter>
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Algoritmisk tenkning*. Hentet 08.12.21 fra <https://www.udir.no/Udir/PrintPageAsPdfService.ashx?pid=147539&epslanguage=no>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*.
<https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-1k20/NAT01-04.pdf?lang=nob>
- Utdanningsdirektoratet. (2021). *Rammeverk for lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse (PfdK)*. <https://www.udir.no/contentassets/081d3aef2e4747b096387aba163691e4/pfdk-framework.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1978a). Development of Higher Psychological Processes. I M. Cole, V. Jolm-Steiner, S. Scribner & E. Souberman (Red.), *Mind in Society* (s. 52-57). Harvard University Press.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Vygotsky, L. S. (1978b). Interaction between Learning and Development. I M. Cole, V. Jolm-Steiner, S. Scribner & E. Souberman (Red.), *Mind in Society* (s. 79-91) (Development of Higher Psychological Processes). Harvard University Press.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4.11>
- Werner, L. & Denning, J. (2009). Pair Programming in Middle School: What Does It Look Like? *Journal of research on technology in education*, 42(1), 29-49.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782540>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Zhong, B., Wang, Q. & Chen, J. (2016). The impact of social factors on pair programming in a primary school. *Computers in human behavior*, 64, 423-431.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.017>

Zhong, B., Wang, Q., Chen, J. & Li, Y. (2017). Investigating the Period of Switching Roles in Pair Programming in a Primary School. *Educational technology & society*, 20(3), 220-233.
<https://drive.google.com/open?id=1uRFrURiAU6ssfm2SGwux7NImGEBvPIMU>

8 Oversikt over figurer

Figur 2.1. Lærerens Profesjonsfaglige digitale kompetanse (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 12)..	13
Figur 2.2 Den algoritmiske tenkeren av utdanningdirektoratet (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 2)	14
Figur 2.3 Blokkprogram.....	22
Figur 2.4 Tekstprogram (Javascript)	22
Figur 3.1 Eksempel på koding.	40
Figur 4.1 Hovedtemaet elevlæring har fire undertemaer: elevmotivasjon, algoritmisk tenkning, dybdelæring og utforskning.	43
Figur 4.2 Hovedtemaet organisering av undervisning har fire undertemaer: tilgang på og valg av utstyr, forbedring av undervisning, enkle mål og micro:bit krever tid.	45
Figur 4.3 Hovedtemaet lærerkompetanse har to undertemaer: Eksternt kurs og intern opplæring ...	48

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg 1

Intervjuguide

Problemstilling: Hvilke refleksjoner har lærere om innføring og bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen på mellomtrinnet?

Indentering indikerer oppfølgingsspørsmål

Spørsmål:

Hvor lenge har du jobbet som naturfaglærer?

Hvilken utdanning har du?

Hvilken mikrokontroller har dere valgt på din skole?

Hvorfor valgte dere denne?

Når startet dere med bruk av mikrokontrollere?

Har dere fått opplæring i bruk av valgt mikrokontroller?

Hvor fikk dere opplæring?

Hvordan syns du det var å lære å bruke mikrokontrollere?

Hvor mange er dere som tar i bruk mikrokontrollere i undervisningen ved din skole?

Deler dere (lærere) undervisningsopplegg med bruk av mikrokontrollere med hverandre?

Hvordan programmerer dere mikrokontrolleren?

Hvordan forbereder du undervisningsopplegg hvor dere tar i bruk mikrokontrollere?

Hvordan tilpasser du opplegget til elevene?

Hvor finner du inspirasjon til opplegget?

Kan du gi noen eksempler på oppgaver elevene skal løse ved hjelp av en mikrokontroller?

Hvordan opplever du motivasjonen til elevene er når de jobber med mikrokontrollere?

Opplever du at undervisning med mikrokontrollere bidrar til dybdelæring hos elevene?

Oppnår elevene læringsmålet med økten når de arbeider med mikrokontrollere?

Opplever du har arbeid med mikrokontrollere bidrar til algoritmisk tekning hos elevene?

Hvor ofte tar dere i bruk mikrokontrollere?

I hvilke temaer innenfor naturfag tar dere i bruk mikrokontrollere?

Hvordan opplever du som lærer at det er å arbeide med mikrokontrollere?

Har det dukket opp utfordringer med bruk av mikrokontrollere i eller rundt undervisningen?

9.2 Vedlegg 2

Samtykkeskjema:

Vil du delta i forskningsprosjektet

”Bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å finne ut hva slags erfaringer lærere har med bruk av mikrokontrollere i undervisningen. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Prosjektet vil forsøke å belyse hvordan naturfaglærere arbeider med mikrokontrollere i undervisningen. Har regjeringens digitaliseringsstrategi for grunnsopplæringen 2017-2021 og den resulterende teknologiske skolesekken hatt en effekt. Hvilke mikrokontroller bruker skolen, hvilke

arbeidsmetoder fungerer og hvilke utfordringer har man støtt på. Prosjektet er en masteroppgave som markerer slutten på 5 års grunnskolelærerstudiet.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Sørøst-Norge er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du er lærer ved en grunnskole og har brukt mikrokontrollere i undervisningen på mellomtrinnet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det et personlig intervju hvor det vil bli tatt lydopptak. Intervjuet vil inneholde spørsmål om dine erfaringer rundt bruk av mikrokontrollere i undervisningen. Intervjuet vil ta inntil en time. Dersom det passer med deres undervisning, kan også ikke-deltakende observasjon av undervisningen være aktuelt. Der vil det kun bli tatt ned notater fra undervisning.

Det er frivillig å delta

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

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det er kun student og veiledere som vil ha tilgang til informasjonen
 - Øyvind Sigurdsen, Student
 - Camilla Haslekås, Veileder
 - Sigurd Rage, Veileder
- Lydopptak vil blir lagret på SD-kort
- Notater fra observasjon vil ikke inneholde identifiserende informasjon

Opgaven vil kun inneholde deltakerens stilling, faglig bakgrunn og eventuell fartstid.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, innleveringsfrist er 1. Juni 2022. Opptak og notater fra datainnsamlingen destrueres ved prosjektslutt.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra institutt for matematikk og naturfag ved Universitetet i Sørøst-Norge har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- Universitetet i Sørøst-Norge, institutt for matematikk og naturfag ved Camilla Haslekås (camilla.haslekås@usn.no, tlf 35 06 63 66).
- Øyvind Sigurdson (215266@student.usn.no, tlf 97 54 59 84)
- Vårt personvernombud: Universitetet i Sørøst-Norge sitt personvernombud:

persoverombud@usn.no

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

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost: personverntjenester@nsd.no eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Camilla Haslekås
(Veileder)

Øyvind Sigurdson
(Student)

-

10 Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Bruk av mikrokontrollere i naturfagundervisningen» og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- å delta i observasjon

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

