



**Høgskolen
i Innlandet**

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Sofie Langseth Pedersen

Masteroppgave
Veilederrollen i FIRST LEGO League –
Hvordan erfarne veiledere bygger
støttestrukturer for elevenes læring

The coaching role in FIRST LEGO League – How
experienced coaches scaffold student's learning

Master i realfagenes didaktikk

2MROPPG2

2024

Forord

Første gang jeg hørte om FIRST LEGO League var da broren min fikk lov å delta på ungdomsskolen. Etter hvert som jeg ble lærer var det åpenbart at mine elever også skulle få prøve dette – kanskje fordi jeg aldri fikk delta selv. I løpet av de siste fire årene har jeg veiledet til sammen seks FIRST LEGO League-lag. Etter å ha vært lærer i ett år begynte jeg med FLL med egne elever. I løpet av det året hadde jeg opplevd at et skoleår går relativt fort sammenliknet med hvor mye kompetanse vi ønsker at elevene skal tilegne seg per trinn. Jeg ble nysgjerrig hvordan man kan utnytte FLL i størst mulig grad for å oppnå læreplanfestet kompetanse i realfag. For hvert år tar jeg med meg det jeg mener fungerer, og endrer på det jeg ikke mener har verdi. Vi kommer nok aldri fram til en fasit på hvordan FLL-veiledning kan gjøres, men jeg har ønsket å bruke tid på å utforske hva andre veiledere gjør. For meg ble masteroppgaven en mulighet til å få gjøre akkurat det. Jeg hadde store forventninger til at et toårig masterløp skulle gi meg innsikt og utvikling didaktisk. Jeg ble imidlertid overrasket over hvor mye dette studiet også skulle lære meg om meg selv. Tidligere strukturert studieteknikk ble satt på prøve når jeg skulle lede mitt eget forskningsprosjekt langt borte fra medstudenter. Ved å skrive masteroppgave alene har jeg oppdaget hvor mye av egen drive som er knyttet opp mot å arbeide sammen med andre og å kunne være en del av et fellesskap. Jeg er lettet over at det fungerte å arbeide jevnt og stole på prosessen, og fornøyd med å kunne levere en oppgave jeg mener bidrar til innsikt i FLL.

Tusen takk til veilederen min Thomas Frågåt for tålmodig og motiverende veiledning gjennom forskningsprosessen min. Det har vært et utviklende samarbeid, med mange metodiske diskusjoner jeg setter pris på å ha fått lære av. Takk til ledelse og lærere ved Steigens skolen Leinesfjord for å gi rom og fleksibilitet til å få gjennomført studiet mitt. Jeg vil også takke FIRST Scandinavia for rask responstid på e-post, samt verdifull hjelp til å dele spørreskjemaet mitt. Tusen takk for all gjestfrihet i Bekkesvevegen og i Kristian Bakkens veg. Det har vært skikkelig stas. Gjennom 15 studiesamlinger har Hamar blitt mye nærmere Nord-Norge enn det var tidligere. Oda fortjener også en uttalt takk for all mental støtte gjennom hele skriveprosessen.

Til slutt: takk til duoen på Bakketun for alt dere har gjort for meg de siste to årene. Bak mine reiseopplevelser, eksamener og jobbprosjekt ligger det innmari mye tilrettelegging fra dere.

Sammendrag

FIRST LEGO League Challenge (FLL) er en internasjonal teknologikonkurranse for ungdom som stadig fler skoler velger å delta på som en måte å motivere ungdom og få programmering inn i undervisningen. Denne studien undersøker hva veiledere som har deltatt med lag i konkurransen opplever at elever kan lære gjennom teknologi- og robotdelen av FLL, samt hvilke metoder erfarne veileder bruker for å støtte elevenes læring gjennom konkurranseperioden. Hensikten med studien er å kunne bruke erfaringene veiledere til å utvikle måten vi arbeider med elevenes læring i FLL i Norge. Det benyttes teori om lærerens rolle i utforskende undervisningsmetoder, algoritmiske problemløsningspraksiser i matematikk og naturfag, og strategier for å bygge støttestrukturer.

Datainnsamlingen ble gjort gjennom spørreskjema (53 respondenter) og kvalitativt intervju (4 informanter). Det ble benyttet univariat analyse av spørreskjema og tematisk analyse av intervju. Hovedfunnene var: (1) veiledere har ulike meninger om hvilke kompetansemål elever kan arbeide med gjennom FLL, (2) ikke alle elever som deltar i FLL arbeider med robotprogrammering, og (3) noen av veiledningsstrategiene de erfarne veilederne bruker kan tas i bruk av nye veiledere, mens andre er krevende å gjennomføre uten robotprogrammeringskompetanse og erfaring med FLL og utforskende arbeidsmåter. Det foreslås videre forsknings på veiledning i FLL, og kompetanseheving innenfor FLL-veiledning.

Abstract

The FIRST LEGO League Challenge (FLL) is an international technology competition for youths, in which an increasing number of schools choose to participate in this competition, citing its dual function of motivating pupils while simultaneously incorporating programming into their teaching. The current study investigates the beliefs of Norwegian coaches, who have guided teams through the competition in the past, regarding what pupils can learn from the technology- and the robot aspect of FLL. Additionally, which methods these experienced coaches employ to scaffold students' learning throughout the competition period is investigated. The aim of the study is to utilize the findings to develop the way we work with pupils' learning in FLL in Norway.

The theoretical framework of the study includes: the teachers' role in inquiry-based teaching methods, algorithmic problem-solving practices in mathematics and science, and strategies for scaffolding.

Data was collected from 53 coaches through questionnaires, and qualitative interviews were conducted with 4 experienced coaches. Univariate analysis of the questionnaires and thematic analysis of the interviews was used to analyze the data collected. The main findings of the study are: (1) divergence of opinion amongst coaches regarding which competence aims pupils experience through FLL, (2) not all pupils who participate in FLL work with programming of the robots, (3) some of the strategies experienced coaches utilize serve as good tips for inexperienced coaches while other strategies are too demanding to conduct without thorough robot programming knowledge, experience with FLL, and inquiry-based methods of teaching. It is suggested that research on FLL is continued, and that the competence within FLL coaching is elevated.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
1 Innledning	1
1.1 <i>Bakgrunn for oppgaven</i>	3
1.1.1 FIRST LEGO League i Norge og i skolen.....	3
1.1.2 Veilederrollen i FIRST LEGO League.....	5
1.2 <i>Problemstilling</i>	8
1.3 <i>Avgrensninger i oppgaven</i>	9
2 Teori og tidligere forskning	10
2.1 <i>Utforskning</i>	10
2.2 <i>Utviklingsprosessen i teknologi- og robotkonkurranse i FIRST LEGO League</i>	13
2.3 <i>Utforskning, problemløsning og programmering i læreplanen</i>	14
2.4 <i>Algoritmisk tenkning i skolen</i>	16
2.4.1 <i>Algoritmiske problemløsningspraksiser innenfor matematikk og naturfag</i>	18
2.5 <i>Lærerens rolle i utforskende undervisning</i>	20
2.6 <i>Støttestrukturer</i>	22
2.6.1 <i>Definisjon av støttestrukturer og veilederens funksjon</i>	22
2.6.2 <i>Konseptuell modell av å bygge støttestrukturer med fading, contingency og overføring av ansvar</i> 23	
2.6.3 <i>Rammeverk for å analysere strategier for å bygge støttestrukturer</i>	25
2.6.4 <i>Støttestrukturer i utforskende undervisning</i>	26
2.7 <i>Tidligere forskning på FLL</i>	27
3 Metode	31
3.1 <i>Forskningsdesign</i>	31
3.2 <i>Insider/outsider i forskningsprosessen</i>	31
3.3 <i>Datainnsamling</i>	33
3.3.1 <i>Utvalg</i>	33

3.3.2	Rekruttering	34
3.3.3	Spørreskjema – utarbeidelse og gjennomføring	37
3.3.4	Intervju – utarbeidelse og gjennomføring	40
3.4	<i>Analyse</i>	41
3.4.1	Univariat analyse av spørreskjema	41
3.4.2	Tematisk analyse av intervju og spørreskjema	41
3.5	<i>Analytisk rammeverk</i>	44
3.6	<i>Kvalitet i studien – pålitelighet og gyldighet</i>	46
3.6.1	Pålitelighet	46
3.6.2	Gyldighet.....	47
3.6.3	Generalisering.....	49
3.6.4	Etikk	50
4	Resultater	51
4.1	<i>FS1: Veiledernes opplevelser av læringsmuligheter i teknologidelen av FLL</i>	51
4.1.1	Elevene kan lære algoritmiske problemløsningspraksiser gjennom FLL	51
4.1.2	Ikke alle elever er mye involvert i programmeringen i FLL.....	57
4.1.3	FLL som anledning til å lære utforskning	58
4.1.4	En rekke faktorer som kan begrense elevenes læringsmuligheter.....	59
4.1.5	Ikke enighet rundt om det er nødvendig for veilederne å kunne programmering	61
4.2	<i>FS2: Noen utvalgte veiledningsstrategier fra de erfarne veiledernes refleksjoner</i>	63
4.2.1	Ulike strategier for å støtte elevene i programmeringen	64
4.2.2	Støttestrukturer for å støtte elevenes feilsøking/debugging	67
4.2.3	Strategier for å støtte utviklingen av elevenes evne til å utforske	68
5	Diskusjon	71
5.1	<i>Ingen fasit på hvilke kompetansemål man kan oppnå gjennom FLL</i>	71
5.2	<i>Erfarne veilederes veiledningspraksis gir innsikt i metoder som kan tas i bruk</i>	72
5.3	<i>Faktorer som kan påvirke elevenes muligheter for læring</i>	75
5.4	<i>Elevaktiv utforskning som grunnverdi i erfarne veilederes praksis</i>	77
5.5	<i>Lærerstyrt og veiledet utforskning som undervisningsmetode innad i en elevstyrt utforskningsprosess</i>	79
5.6	<i>Lærerkompetanse som mulighet og som hinder for å gi god støtte til elevenes læring i FLL</i>	80
6	Konklusjon	84

Litteraturliste	89
Vedlegg	93
Vedlegg 1 Vurdering fra SIKT	94
Vedlegg 2 Samtykkeskjema intervju	95
Vedlegg 3 Intervjuguide	98
Vedlegg 4 Dommerskjema teknologipresentasjon	100

Figurer og tabeller

<i>Figur 1.1 Antall FLL-lag i Norge og Sverige fra 2000 til 2021. (FIRST Scandinavia, personlig kommunikasjon, 26. februar 2024)</i>	6
<i>Figur 2.1 Konseptuell modell av å bygge støttestrukturer. (Oversatt fra van de Pol et al. (2010, s. 274).</i>	24
<i>Figur 3.1 Antall års lærererfaring blant respondentene på spørreskjemaet (n=53)</i>	34
<i>Figur 3.2 Antall sesonger med erfaring som veileder (n=53)</i>	34
<i>Figur 4.1 De seks ferdighetene veilederne hyppigst tar opp på spørsmålet «Hva opplever du at elevene kan lære gjennom å delta i teknologi- og robotkonkurranse i FLL?»</i>	51
<i>Figur 4.2 Stor variasjon i hvor aktuelle veilederne opplever naturfagkompetansemål ifm. FLL</i>	53
<i>Figur 4.3 Varierte oppfatninger rundt hvor aktuelle programmeringsmålene i matematikk er i FLL</i>	53
<i>Figur 4.4 Respondentenes fordeling av svar på de ulike kompetansemålene i naturfag</i>	58
<i>Figur 4.5 Respondenters fordeling av svar på de ulike kompetansemålene i matematikk</i>	59
<i>Figur 4.6 Det er ikke nødvendig å ha kompetanse innenfor programmering for å være veileder for teknologidelen av FLL</i>	62
<i>Figur 4.7 Man må ha mye kompetanse innenfor programmering for å være veileder</i>	62
<i>Tabell 2.1 Kompetansemål innenfor programmering i matematikk og naturfag som arrangøren anser som relevante i gjennomføringen av FLL.....</i>	15
<i>Tabell 3.1 Beskrivelse av intervjuobjektene</i>	34
<i>Tabell 3.2 Tema med sine korresponderende koder. Brukt i analysen.</i>	46

1 Innledning

Selv om visjonene og behovet for engasjerende naturfagundervisning aldri har vært større, har elevenes motivasjon heller aldri vært lavere. TIMMS-resultatene fra 2019 viser at omtrent halvparten av elevene har lav indre motivasjon for naturfag (Kaarstein et al., 2020). Det som ser ut til å fungere best for å fremme elevenes interesse og motivasjon i faget er: utforskende aktiviteter og samarbeid, å sette faget i relevante kontekster, styrking av mestringsforventning, og å gi elevene noe nytt og fascinerende (Potvin & Hasni, 2014). I denne oppgaven vil jeg utforske teknologikonkurransen FIRST LEGO League i norsk kontekst. Konkurransen som går ut på å utforske nye kunnskaper og ferdigheter sammen med andre, i lys av relevante problemstillinger som vi ikke enda har svar på, styrt av elevenes nivå, samt med nye og fascinerende LEGO-roboter. Med andre ord: En teknologikonkurranse som kanskje årlig klarer det tradisjonell realfagsundervisning ofte ikke klarer: Å skape engasjement og mestringsglede. Utdanningsdirektoratet støtter FIRST LEGO League som ett av mange tiltak for å motivere barn og unge til å velge realfag (FIRST Scandinavia, 2022, s. 35). Det kan være en god strategi siden Potvin og Hasni (2014) konkluderte med at elevenes motivasjon ble mer påvirket av *hvordan* man underviste naturfag enn hvilke deler av naturfag man underviste. Hvert år deltar stadig flere lag, og dermed er det også stadig flere som velger å prioritere tid til å gjennomføre konkurransen i skoletiden. I 2023 deltok 571 skolelag på FIRST LEGO League i Norge og Sverige. Før påmeldingen til ny sesong i 2024 fremmer FIRST Scandinavia flere grunner til at FLL passer inn i skolen. En av dem er at konseptet lar elever øve på nøkkelbegrepene og arbeidsmåtene fra Udirs algoritmiske tenker. En annen er at konseptet øker lærerens kompetanse innenfor programmering og utforskende- og problembasert læring (FIRST Scandinavia, 2024). I FLL-sammenheng omtaler man den eller de voksne som skal støtte laget gjennom sesongen for veiledere (FIRST Scandinavia, u.å.-c, s. 5). For skolelag er veilederne hovedsakelig deres egne lærere. Hva opplever norske veiledere at elever kan lære av å delta? Og hvilke metoder bruker veilederne for at elever skal sitte igjen med økt kompetanse etter FLL-perioden?

Med Fagfornyelsen i 2020 fikk utforskning en uttalt plass i både kompetansemål og overordnede deler av læreplanen her i Norge (Kunnskapsdepartementet, 2019a , 2019b). Forskningsfeltet, ledet an av Crawford (2014), diskuterer ikke lengre om det er bra eller dårlig med utforskning i skolen, men heller *hvordan* man kan drive utforskning i klasserommet. Det finnes flere

utfordringer knyttet til utforsking som undervisningsform. En av disse er at lærerens faglige og pedagogiske kunnskap og erfaring kan være en begrensende faktor, ettersom læreren er en viktig veileder for elevene i en utforskningsprosess (Brevik et al., 2024, s. 34). Her understrekes ofte viktigheten av at læreren aktivt veileder elevene gjennom utforsking (Knain et al., 2019). Lagene i FIRST LEGO League må ha minst én veileder. Men har lærerne den kunnskapen og erfaringen de trenger til å lede elever gjennom et utforskende prosjekt i åtte uker, hvor de skal legge til rette for at elevene utvikler algoritmisk tenkning? Gjennom TIMMS-undersøkelsen i 2019 melder lærere om at de har behov for etter- og videreutdanning i realfag. Blant kursene lærerne mener de har mest behov for, kommer kurs som omhandler utvikling av utforskende ferdigheter og kurs i fagdidaktikk (Kaarstein et al., 2020).

FIRST Scandinavia har allerede i over 20 år lagt til rette for at barn og ungdom skal ha glede av å lære programmering gjennom FIRST LEGO League. Programmering er læreplanfestet kompetanse i både naturfag og matematikk, og algoritmisk tenkning inngår i ett av kjerneelementene i matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019a, 2019b). Programmering utgjør også en av problemløsningspraksisene innenfor algoritmisk tenkning i matematikk og naturfag (Weintrop et al., 2016). Før innføringen av LK20 kom det en rapport fra Bocconi et al. (2018) der de ga en oversikt og status for algoritmebasert tenkning, koding og programmering i Norden. Å innføre kompetansemål som omhandler programmering spredt på ulike fag i grunnskolen har en større hensikt enn bare å lære elevene programmering. Det er også en del av Norges strategi for å få inn algoritmisk tenkning i læreplanen (Bocconi et al., 2018, s. 5). Algoritmisk tenkning er en viktig kompetanse innenfor problemløsning og å møte ukjente oppgaver på best mulig måte (Utdanningsdirektoratet, 2019). Man kan anta at denne endringen i læreplanen bidrar til at FIRST LEGO League oppleves mer aktuelt i skolen enn noen gang før. For å styrke innføringen av algoritmisk tenkning og programmering i grunnopplæringen, foreslår de at det blir vurdert å sette i gang studier for å undersøke hvilke type ferdigheter elevene tilegner seg når de følger «pensum» innenfor algoritmisk tenkning og programmering (Bocconi et al., 2018). De nevner samtidig at det også kan sees på hvilke pedagogiske tilnærminger som vil være mest effektive for å tilegne seg disse ferdighetene. Denne studien skal bidra til å komme nærmere noen svar på begge disse spørsmålene.

Veiledere deltar i konkurransen med to hovedformål: å fremme elevenes motivasjon, og å få inn programmering i ordinær undervisning (FIRST Scandinavia, 2022). I 2021 svarte 52% av deltakerne på FLL at de hadde blitt bedre til å programmere, mens 34% svarte nei, og 14% svarte vet ikke (FIRST Scandinavia, 2021). Det som har blitt gjort av tidligere forskning på FLL i skolen kan bekrefte at lærerkompetanse og veiledningsstrategier har betydning for elevenes læring (Graffin et al., 2022). Til tross for at rundt 90% av veilederne vil anbefale andre å bli veileder i FLL (FIRST Scandinavia, 2022), sier også mange at det er en frustrerende prosess som er krevende for både elever og lærere. Det er dermed ingen selvfølge at det som står i vedtatte dokumenter er det samme som det elevene opplever i klasserommet (Goodlad et al., 1979). Det oppleves krevende for nye veiledere å forstå hva konkurransen går ut på. I 2019 kom FIRST Scandinavia for første gang ut med et veilederhefte til konkurransen, der veilederen fikk tips og rammer for hvordan man kunne lede elevene gjennom perioden. Selv om det er mange ferske veiledere, er det også mange av de nåværende veilederne som har holdt på i over ti år. Det betyr at det finnes veiledere med lang erfaring i rollen. På bakgrunn av det vi vet om teoretisk og opplevd læreplan, er det naturlig å anta at det kan være forskjell på det man i teorien kan oppnå av kompetansemål gjennom FIRST LEGO League, og det elevene møter i klasserommene sine i FLL-perioden.

Med dette som utgangspunkt ønsker jeg å bruke studien til å løfte opp erfaringer med FLL-veiledning i Norge. Med læreplaner som inneholder programmeringsmål i både matematikk og naturfag er det mer relevant enn noen gang å undersøke hvilke læringsmuligheter kan få gjennom deltakelse i konkurransen. Og hvilke veiledningsmetoder tas i bruk for å støtte elevenes læring gjennom arbeidet hos erfarne veiledere? Kan noen av disse peke retning for god praksis som FLL-veileder? Målet med denne studien er å bruke empiri fra norske FLL-erfaringer til å bidra innenfor et felt som hittil ikke har blitt mye belyst i norsk fagdidaktisk forskning.

1.1 Bakgrunn for oppgaven

1.1.1 FIRST LEGO League i Norge og i skolen

FIRST LEGO League Challenge (FLL) er verdens største teknologikonkurranse for barn og ungdom mellom 10-16 år. Skandinavias første FLL-turnering ble avholdt i Bodø i år 2000. FIRST

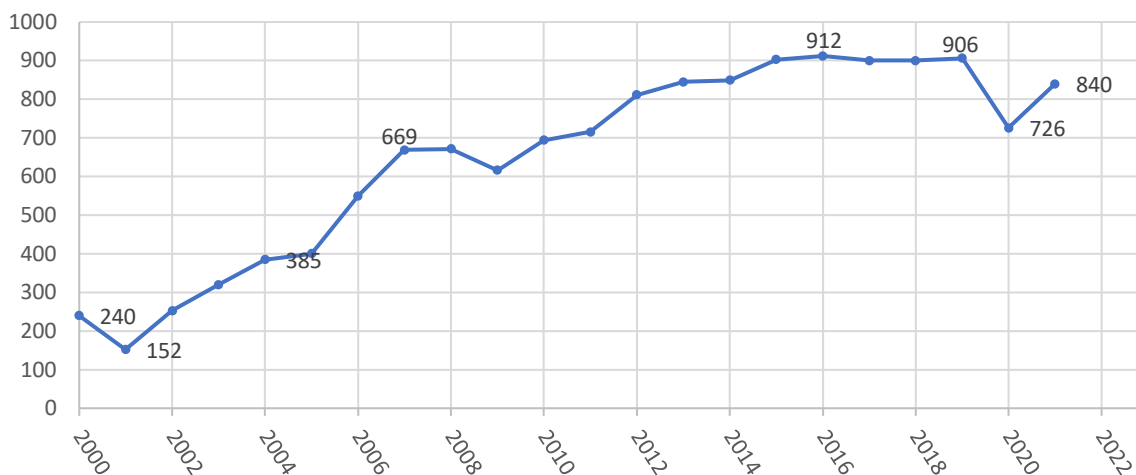
LEGO League gjennomføres både av privatlag og skolelag. 88% av lagene som deltok i Skandinavia i 2023 var skolelag (FIRST Scandinavia, personlig kommunikasjon, 7. mars 2024). Konkurransesperioden er 8 uker fra september til november. Elevene utforsker virkelige utfordringer, utvikler innovative løsninger, designer og programmerer en LEGO-robot til å løse utfordringer, utforsker et selvvalgt problem der voksne ikke har svarene enda, samt viser fram arbeidet sitt på en turnering, samtidig som de møter andre lag som har arbeidet med det samme (FIRST Scandinavia, u.å.-a). Settene med LEGO-robot inneholder blant annet programmerbar hub, motorer, hjul, tannhjul, sensorer og et godt utvalg legodeler. Konkurransformen er lik hvert år, og hvert lag skal levere arbeid innenfor fire kategorier: kjerneverdier, innovativt prosjekt, teknologi, og robotkonkurranse. Selv om rammene for konkurransen er lik hvert år, endres tema hver sesong. De siste årene har sesongtemaene vært Superpowered (energi), Cargo Connect (transport og logistikk) og RePlay (fysisk aktivitet). På turneringsdagen skal hvert lag konkurrere i tre runder med robotkamp, holde prosjektpresentasjon, kjerneverdipresentasjon, og teknologipresentasjon. I kjerneverdipresentasjonen skal laget fortelle hvordan de har arbeidet med hver av de seks kjerneverdiene: lagarbeid, innovasjon, inkludering, innvirkning, oppdagelse og moro. I innovativt prosjekt skal lagene definere et problem innenfor årets tema, for så å løse problemet med en innovativ løsning. I robotkonkurransen skal elevene løse oppdrag på en robotbane. Banen består av LEGO-installasjoner fra sesongtema, der hver installasjon gir poeng. Oppdragene krever at elevene benytter programmerings- og ingeniørdesignprosesser for at roboten skal være forberedt til å navigere som ønsket forbi hindringer, for å løse oppgaven på installasjonen på den 2,3m x 1,1m store robotmatta (Ma & Williams, 2013). Dersom elevene må gripe inn fordi roboten ikke fungerer som de ønsker, blir de trukket i poeng. En robot med finjusterte og stabile program lønner seg. Under teknologipresentasjonen skal elevene presentere arbeidet de har lagt ned for å programmere og konstruere roboten og dens verktøy. I teknologi-kategorien bedømmes elevene etter kriterier fra dommerskjema i teknologi (Vedlegg 4). Denne studien skal ta for seg to av delene i FLL: teknologi og robotkonkurranse.

Det har blitt gjort en rekke forskningsprosjekter på FIRST LEGO League internasjonalt helt fra konkurransens start og til dags dato. Flere av disse studiene ser på ulike deler av STEM (Science,

Technology, Engineering and Mathematics) i FLL-sammenheng. Review-studien fra Graffin et al. (2022) tok for seg publikasjoner fra 2004 til 2022 innenfor tre temaer innenfor FLL som er spesielt interessante for min studie: (1) innvirkning på elevenes motivasjon, STEM-læring og STEM-holdninger, (2) utvikling av kompetanser for det 21. århundret (problemløsning er en av kompetansene), (3) pedagogiske strategier for å støtte elevenes læring og ferdighetsutvikling. Selv om det gjennomføres FLL Challenge gjennomføres i hele 110 land var forskningen kun gjort i 11 land, og hele 57% av artiklene kom fra USA og Canada. Graffin et al. (2022) konkluderer med at forskningsresultater på FLL generelt rapporterer om at FLL Challenge har en positiv, dog ikke statistisk signifikant, innvirkning på elevers STEM-holdninger, interesser og motivasjon. Det er påvist at å engasjere seg i FLL har langtidseffekt med statistisk signifikans på elevenes STEM-holdninger, læring og retningsvalg etter ungdomsskolen, spesielt for jenter. Både kvalitative og kvantitative studier viser tydelig positiv korttidseffekt av FLL-deltakelse når det gjelder utvikling av kompetanser for det 21. århundret som f.eks. problemløsning, kommunikasjon og samarbeidsevner. Det vises også at lagenes utvikling av disse ferdighetene påvirker resultatene deres i konkurransen, og at disse ferdighetene måles av dommerne i konkurransen. Det er blandede resultater når det kommer til påvirkningen FLL har på elevenes læringsutbytte i STEM-tekniske ferdigheter, og læringsutbyttet kan være påvirket av veiledningspedagogikk, lagstørrelse og konkurransens organisering.

1.1.2 Veilederrollen i FIRST LEGO League

Alle lag i FLL har én eller flere veiledere. Som tidligere nevnt er to av hovedgrunnene til at veilederne deltar i FLL er å få programmering inn i ordinær undervisning, og å øke motivasjon blant elevene. Omtrent 90% av veilederne som har deltatt de siste to sesongene vil anbefale det videre til andre (FIRST Scandinavia, 2022, 2023a). Når vi i Norge har tilgang til et ferdig utarbeidet 8-ukers opplegg med FLL, ser mange på det som et selvsagt svar på å ta i bruk en metode som fremmer akkurat interesse og motivasjon. Figur 1.1 viser at det har vært en klar stigning i antall lag helt fram til covid-19 i 2020. Deretter har det fortsatt å øke igjen. Dermed er det tydelig at fler og fler velger å sette av tid til å ta inn FLL i skolen. Mange veiledere deltar på eget initiativ. I 2022 sa likevel 35% av veilederne at de deltok på initiativ fra skoleledelse, og året etter i 2023 sa hele 50% det samme (FIRST Scandinavia, 2022). Det viste seg også at hele 60% av alle veilederne var veiledere for første gang (FIRST Scandinavia, 2023a).



Figur 1.1 Antall FLL-lag i Norge og Sverige fra 2000 til 2021. (FIRST Scandinavia, personlig kommunikasjon, 26. februar 2024)

Veilederne mener at FLL er mer relevant for læreplanen enn noen gang, og at det er krevende å lede elevene gjennom perioden (FIRST Scandinavia, 2022). Arrangørene er bevisst på dette. Her er et utdrag fra beskrivelsen av veilederrollen i teknologi- og robotdelen av konkurransen i heftet «Slik gjør du det!»:

«Veiledere har ulik erfaring med programmering. I FLL kan du trygt være veileder uansett erfaringsnivå, for det er deltakerne som skal gjøre jobben. Din rolle er å oppmuntre, hjelpe med å holde oversikten over tidsbruk, og å veilede underveis. En viktig jobb er å veilede deltakerne når de første oppdragene på robotbanen skal velges. Start gjerne med enkle oppdrag. Det sikrer at de får en fin læringskurve, med opplevelse av mestring og god motivasjon» (FIRST Scandinavia, u.å.-c, s. 11).

FIRST Scandinavia har en rekke dokumenter rettet mot veilederne for å bistå i gjennomføringen av FLL. Det finnes tips til hvordan du kan gå i gang med hver del av konkurransen, tips til startaktiviteter, og tips til hvordan du kan disponere arbeidet gjennom tidsperioden på åtte uker. I tillegg har de laget en oversikt over en rekke kompetansemål i de fleste fag de anser som mulige å nå gjennom å la elevene arbeide med FLL (FIRST Scandinavia, u.å.-b). På tross av at FIRST Scandinavia ytrer at man kan veilede elever gjennom konkurransen uansett erfaringsnivå, beskriver de også at den første gangen man gjennomfører konkurransen er overveldende, at det ikke er sikkert man når alle målene man har satt seg, men at det viktigste er å delta:

«Målene må tilpasses alder, erfaring, evner og ambisjoner. Som førstereislag- og veileder kan en velge mål som gjør at deltakerne kan nyte opplevelsen heller enn å stresse over alt de skal nå og perfektionere, mens et erfarent lag med erfaren veileder trenger mer ambisiøse mål for å ha noe å strekke seg etter» (FIRST Scandinavia, u.å.-c, s. 6).

Dwivedi et al. (2021) bemerker at mer erfarne og kunnskapsrike veiledere med tilgang til støttemateriell og opplæring veileder lagene mer effektivt, og lagene får bedre resultater. Dette kan være en motivator for å holde på veiledere, og å gjøre oppgaven til noe de har lyst til å holde på med om og om igjen. Dersom veiledere står i FIRST LEGO League i flere omganger, får man en stor og erfaren base med veiledere. En del av rekrutteringsstrategien til FIRST Scandinavia er å holde kurs: «Vi vet at FLL kan oppleves stort og uoversiktlig for nye veiledere, men vi vet også at det er et spennende og givende arbeid» (FIRST Scandinavia, 2023a). Gjennom kursene prøver de derfor å trygge veiledere i deres rolle, og tydeliggjøre fordelene ved, og verdien av, å delta i FIRST LEGO League (FIRST Scandinavia, 2021, 2022, 2023a). De har et mål om å fortsette å vise hvordan FLL kan være et naturlig prosjekt å holde på med for å arbeide mot mål i læreplanen, og ønsker å gjøre det mer tilgjengelig for alle lærere å begynne med FIRST LEGO League. På bakgrunn av at utforskning nå ofte betraktes som selve essensen i naturfagundervisning, foreslo Keys og Bryan (2001) at det var behov for forskning på kunnskapsbasen lærere har for å implementere utforskning. Vel 20 år etter de fant ut det er det som tidligere nevnt i innledningen utforskende undervisning fortsatt et av områdene lærere har størst ønske om videreutdanning. I tillegg til kursing av nye veiledere, utvikler FIRST Scandinavia stadig mer utfyllende støttemateriell lærerne kan bruke til å veilede elevene. Et eksempel på dette er heftet «Slik gjør du det!» som forklarer detaljert hva FLL går ut på, og hvordan veilederne kan gå i gang med konkurransen. De har også laget et deltakerhefte med forslag til en rekke av økter som kan gjennomføres for å gradvis komme i mål med de ulike delene av FLL. Til deltakerheftet følger et veilederhefte med råd til hvordan disse øktene kan ledes.

Per 2022 var det gjennomført relativt få studier som eksplisitt undersøkte effektive pedagogiske veiledningsstrategier og instruksjonsstrategier for å støtte elevenes læring og kompetanseutvikling i FIRST LEGO League. Graffin et al. (2022) har samlet og presentert noen viktige funn fra artikler mellom 2013 og 2019 innenfor temaet: Det er behov for at veiledere driver eksplisitt undervisning og modellering av tekniske ferdigheter, samarbeidsferdigheter og selvreguleringsferdigheter. Det ble støttet av funn der mer elevsentrert pedagogikk førte til dypere læring målt i henhold til Blooms taksonomi. Det ble også gjort funn som beskrev forsterket behov for å bygge støttestruktur for elevenes læring og elevenes kommunikasjon seg imellom innenfor et komplekst læringsmiljø som en tverrfaglig teknologikonkurranse jo er. Graffin et al. (2022) påpeker at det er et hull i forskningslitteraturen når det kommer til effektive veiledningsstrategier for å støtte elevenes læring i FLL. FLL Challenge legger vekt på å bruke prosjektbaserte læringsmetoder, men det er lite kvalitativ forskning som undersøker veiledningsmetodenes kvalitet og innvirkning på læringsmiljøene i robotkonkurranse. De anbefaler at videre forskning på dette området kan bidra til å gi opplysninger til utvikling av profesjonelle læringsressurser for FLL-veiledere.

1.2 Problemstilling

Det meste av tidligere forskning på FLL er gjort internasjonalt og utenfor Norge. Gjennom denne studien ønsker jeg å få innblikk i hva norske veiledere opplever at elevene kan lære gjennom FIRST LEGO League. Jeg vil også undersøke et felt som ikke hittil er godt dekket i forskningen: effektive veiledningsstrategier og instruksjonsstrategier. Selv om det ikke er mulig å komme fram til et fasitsvar eller en komplett oversikt, ønsker jeg gjennom studien å bidra til å få fram noen effektive veiledningsstrategier. På bakgrunn av dette har jeg utarbeidet følgende problemstilling: Hvordan reflekterer veiledere rundt læring gjennom teknologi- og robotdelen av FLL på 5. -10. trinn, og hvordan brukes støttestrukturer av erfarne veiledere for å veilede elevene gjennom konkurransen?

For å utforske problemstillingen har jeg formulert to forskningsspørsmål:

FS1: Hva opplever FLL-veiledere at elever kan lære innenfor matematikk og naturfag gjennom teknologi- og robotkjøring i FIRST Lego League?

FS2: Hvordan kommer støttestrukturer til uttrykk i erfarne veilederes refleksjoner rundt veilederrollen i teknologi- og robotdelen i FLL?

1.3 Avgrensninger i oppgaven

Å gjennomføre FLL anses som en anledning til å arbeide med et utvalg relevante kompetansemål innenfor matematikk, naturfag, samfunnsfag, norsk, KRLE, K&H, engelsk, teknologi og design, programmering, ideer og praktisk forskning, samt utvikling av produkter og tjenester (FIRST Scandinavia, u.å.-b). Konkurransen deles som tidligere nevnt inn i fire deler: innovativt prosjekt, kjerneverdier, teknologi og robotkonkurranse. I denne oppgaven er det teknologi- og robotkonkurransedelen av konkurransen som studeres. Dette vil bli gjort i sammenheng med læreplaner i naturfag og matematikk for 5. – 10. trinn. Innenfor disse læreplanene vil det settes søkelys på de delene som omfatter programmering, og algoritmisk tenkning som en viktig del av problemløsningskompetanse. De andre delene av læreplanen, andre fag, samt andre deler av konkurransen vil ikke bli diskutert.

2 Teori og tidligere forskning

2.1 Utforsking

Utforske er ikke bare et verb som kommer til uttrykk i kompetansemål på alle trinn i matematikk og naturfag (Kunnskapsdepartementet, 2019a, 2019b). Utforske er også en av arbeidsmåtene man skal bruke for å utvikle seg innenfor algoritmisk tenkning (Utdanningsdirektoratet, 2019). Som nevnt i innledningen diskuteres det ikke lengre *om* man skal drive utforskende undervisning, men forskere arbeider i stor grad med *hvordan* det bør gjøres (Crawford, 2014). Det understrekes at det er viktig at utforsking ikke bare anses som en undervisningsmetode, men at utforsking også er noe som skal læres. Elevene vil ikke komme til å lære om utforsking bare ved å utforske, utforsking må undervises eksplisitt (Menekse et al., 2017; Meschede et al., 2022). Siden de ulike skolefagene har svært forskjellig faginnhold og ulike arbeidsmåter, tar utforsking ulik form i hvert fag. Likevel finner man kjennetegn med utforsking som går igjen i flere fag. Fra 2021-2025 gjennomførte Institutt for lærerutdanning og skoleforskning ved UiO et forskningsprosjekt der formålet var å svare på Udir sitt oppdrag om å bidra til økt kunnskap om hva utforsking i skolen er (Brevik et al., 2024). I rapport 3 oppsummeres deres forståelse av utforsking i seks punkter, basert på redegjørelsene de har gjort fra litteratur og læreplanverk (Brevik et al., 2024, s. 35). Til hvert av punkt har jeg lagt til en beskrivelse om hvordan dette kjennetegnet kan komme til uttrykk i teknologi- og robotdelen av FLL:

1. *Lærers undervisning:* Litteraturen understreker betydningen av at lærere støtter opp under elevenes utforsking. Det er derfor viktig at lærere både underviser om utforsking og legger til rette for elevenes utforsking, slik at de får relevant innsikt i og muligheter til å trene på å drive utforsking med selvstendighet og frihet. I FLL er det veilederen som legger til rette for elevenes utforsking.
2. *Elevenes aktive deltagelse:* Et kjennetegn på utforsking er at det er en elevaktiv arbeidsmåte, dersom det gis rom for selvstendige valg eller selvstendig tenkning i det utforskende arbeidet. Målet med elevenes aktive deltagelse er at de lærer gjennom å finne ut av noe på egenhånd, men også å lære hvordan de kan gå fram for å utforske noe. Dette er en av grunnverdiene i FLL: det er deltakerne som skal gjøre jobben, og de skal lage sine egne idéer og løsninger for hvordan de skal samle mest mulig poeng på robotbanen.

3. *Utforskende faser:* Utforsking kan deles inn i ulike faser som elevene jobber med (forberedelse, undersøkelse og konsolidering). I FLL kan forberedelse være fasen der elevene definerer hvilke oppdrag de skal løse, og dermed hva som er gjenstand for utforsking. Undersøkelse kan være fasen der de tester ideer på bygging av verktøy og koding av programmer. I denne fasen vil de måtte tilegne seg informasjon, og undersøke hva som er nødvendig å lære seg for å løse utfordringene sine. Konsolideringsfasen vil skje underveis, men også til slutt ved at de skal reflektere over prosessen og presentere arbeidsprosess og valg de har tatt i gjennomføringen sin. Disse kan sees i sammenheng med utviklingsprosessen i FLL, som består av å identifisere, designe, utvikle, forbedre, og kommunisere. Disse blir utdypet i neste delkapittel.
4. *Variasjon:* Utforsking kan skape variasjon i undervisningen og være et avbrekk til mer tradisjonell undervisning. Teori og praksis er ikke motsetninger, og det kommer tydelig fram gjennom utforsking. Utforsking kan være mer eller mindre teoretisk eller praktisk, og kan egne seg til å knytte det teoretiske og det praktiske tettere sammen. FLL er en arbeidsform som skiller seg fra andre deler av skoleåret, og som er begrenset til 8 uker. Det er også en anledning for elevene å se sammenheng mellom teori og praksis i programmering. Det kan bidra til en utvidet forståelse for samhandlingen mellom software og hardware.
5. *Engasjement og forståelse:* Å jobbe utforskende i klasserommet kan fremme elevenes forståelse og engasjement for å finne ut av noe på egenhånd. Slik fremmer utforskende arbeidsmåter det at elevene gis kontroll over deres egne kunnskapspraksiser i skolen. Elevene får selv velge hvilken strategi de skal bruke for å oppnå poeng på banen, samt definere hva de trenger å lære for å oppnå målene sine.
6. *Utforskende praksiser:* Utforsking kan gjennomføres på ulike måter i undervisningen, fra relativt lærerstyrt, til veiledet og elevdrevet, for eksempel gjennom at elevene får rom for å velge ulike framgangsmåter og innfallsvinkler på et fagstoff, og får veiledning og støtte etter behov. I FLL gjennomføres utforsking på alle disse tre måtene, og varierer etter lagenes og veiledernes erfaringer.

7.

Det er også interessant å merke seg et av de viktigste funnene fra Brevik et al. (2024, s. 9): hver enkelt lærers undervisning har mer å si for utforskende praksiser i klasserommet enn fagenes egenart.

«Lærerne forteller at de ofte må lære elevene hva utforsking innebærer og at det er nødvendig med støtte og veiledning. Dette er også gjennomgående i litteraturen som nødvendige forutsetninger for at elevene skal lykkes med utforskende praksiser(...) Lærernes ønske om å legge til rette for elevenes selvstendige arbeid med utforsking i klasserommet er i tråd med Chinn og Duncan (2021), som fremhever at elever både trenger støtte til å lære å utforske (learning to inquire) og også trenger å utforske selv for å lære (inquiring to learn)» (Brevik et al., 2024, s. 112).

Gjennom videoanalyse kom de fram til tre ulike former for utforsking: (a) lærerstyrt utforsking der læreren tar hovedansvar for det utforskende arbeidet, (b) veiledet utforsking der ansvaret for det utforskende arbeidet er delt mellom elevene og læreren, og (c) elevdrevet utforsking der elevene får hovedansvar for hva de vil utforske eller hvordan de vil arbeide utforskende. Det har vært eksplisitt uttalt at innføringen av LK20 skulle bidra til mer elevaktiv undervisning, og det ser de spesielt i veiledet og elevdrevet utforsking (Brevik et al., 2024, s. 10). Historisk sett har elever tatt en passiv rolle i mange klasserom, når de har blitt undervist med lærerstyrt undervisning med instruksjon og forelesninger (Crawford, 2014, s. 257). Et mål med å undervise gjennom utforsking er at elever skal ta eierskap til, og ansvar for deres egen læring. White og Frederiksen (2000, sitert i Crawford, 2014) påpeker at et viktig mål i utforskende undervisning er å hjelpe elever til å utvikle metakognisjon, altså evnen til å reflektere over egen læring. En forutsetning for å kunne gjøre det er at elevene tar en aktiv rolle i egen læring. Crawford (2014) forklarer at å lære elever om utforskende arbeidsmåter involverer både å arbeide utforskende selv, og å lære om hvordan man arbeider utforskende. I kontekst robotprogrammering kan vi for eksempel forklare dette med at elevene lærer å arbeide utforskende gjennom å feilsøke og debugge egne koder, men også lærer om å arbeide utforskende når de lærer om hvordan feilsøking og debuggingsprosessen er, og hvilke arbeidsmåter som brukes hos de som jobber med dette som fagfelt.

2.2 Utviklingsprosessen i teknologi- og robotkonkurranse i FIRST LEGO League

Utviklingsprosessen elevene skal ledes gjennom i FLL består av fem steg: identifisere, designe, utvikle, forbedre og kommunisere. Dette er ikke ulikt de utforskende fasene forberedelse, undersøkelse og konsolidering i Brevik et al. (2024) sin forståelse av utforsking. Utviklingsprosessen illustreres syklisk, og kan foregå flere ganger i løpet av konkurranseperioden. Gjennom konkurransen får elevene både utforsket programmering og reflektert over prosessen. Vurderingskriteriene kan være en av flere rammer elevene jobber innenfor. De fem stegene er beskrevet ulikt i hver kategori av konkurransen. Det kommer helt tydelig fram at kjerneverdier, innovativt prosjekt, og teknologi har ulike måter å drive utforsking på. Ved å følge dommerskjemaene kan veiledere få input på hva utforsking er innenfor teknologi, og dermed vite hva elevene bør få veiledning på i prosessen. I bedømmingskriteriene for teknologipresentasjon (Vedlegg 4) utdypes hver av fasene i utviklingsprosessen på følgende måter (FIRST Scandinavia, 2023b):

- *Identifisere*: Laget har en tydelig definert strategi for oppdraget og har utforsket bygge- og programmeringsferdigheter de har hatt behov for. «Tydelig oppdragsstrategi» og «tydelig at alle lagmedlemmer har lært bygge- og programmeringsferdigheter» gjør at man får høy score i denne kategorien.
- *Design*: Laget har utarbeidet et innovativt design på roboten og en tydelig arbeidsplan, og har søkt hjelp ved behov. «Laget viser tydelig at de har en effektiv plan», og «tydelig og god forklaring på innovative detaljer på roboten og koden» gir høy score.
- *Utvikle*: Laget har utviklet en effektiv robot og en løsning på programmeringen som passer med deres oppdragsstrategi. «Detaljert forklaring på funksjonaliteten til roboten, utstyret og sensorene», og «tydelig hvordan koden får roboten til å oppføre seg» gir høy score.
- *Forbedre*: Laget har gjentatte ganger testet roboten og koden deres for å identifisere forbedringsområder og innlemmet det de har funnet ut i løsningen deres. «Tydelig bevis på testing av robot og kode», og «tydelig bevis på forbedring underveis» gir høy score.
- *Kommunisere* – Lagets presentasjon av teknologi (robotdesign og programmering) var effektiv og viste hvordan laget hadde involvert alle lagmedlemmene. «Tydelig forklaring på prosessen» og «viser tydelig at alle lagmedlemmer har vært involvert» gir høy score.

2.3 Utforsking, problemløsning og programmering i læreplanen

I støtte til læreplanene defineres det hva verbet «å utforske» betyr når det inngår i kompetansemål. Felles for utforsking i både matematikk og naturfag er at det «handler om å oppleve og eksperimentere og kan ivareta nysgjerrighet og undring. Å utforske kan bety å sanse, søke, oppdage, observere og granske. Å utforske kan òg bety å teste ut eller evaluere arbeidsmetoder, produkter eller utstyr» (Kunnskapsdepartementet, 2019a, 2019b). At elevene skal *bruke* utforsking til å lære innhold i fag, peker retning for hvilke undervisningsmetoder det forventes at skal tas i bruk i skolen. For å nå kompetansemål som inneholder verbet utforsking trenger elevene å mestre å arbeide utforskende. Det er lengre tradisjon for utforsking i naturfagdidaktikk enn i matematikkdiraktikk, og de to fagene har ulike former for utforsking. En utforskende undervisning i matematikk innebærer at lærer legger til rette for at elevene kan stille spørsmål, kartlegge forutsetninger, undersøke, eksperimentere og vurdere alternative forklaringer (Brevik et al., 2024). I matematikk kan utforske i noen tilfeller bety å undersøke ulike sider av en sak gjennom åpen og kritisk drøfting. I naturfag er det å stille spørsmål og bruke data for å lage forklaringer grunnleggende for å utforske.

I teknologi- og robotdelen av FLL handler utforsking i stor grad om å gjennomføre en problemløsningsprosess i realfagene ved hjelp av programmering. Her kan et viktig trekk med utforskende problemløsning være feilsøking og debugging. Algoritmisk tenkning inngår i kjerneelementet «Utforskning og problemløsning» i læreplanen i matematikk. Både dybdelæring og algoritmisk tenkning anses som sentralt i matematikkfaget i LK20. Algoritmisk tenkning trekkes fram fordi det er en viktig problemløsningsstrategi (Kunnskapsdepartementet, 2023).

«Problemløsning i matematikk handler om at elevene utvikler en metode for å løse et problem de ikke kjenner fra før. Algoritmisk tenkning er viktig i prosessen med å utvikle strategier og framgangsmåter for å løse problemer og innebærer å bryte ned et problem i delproblemer som kan løses systematisk (...) Problemløsning handler også om å analysere og omforme kjente og ukjente problemer, løse dem og vurdere om løsningene er gyldige» (Kunnskapsdepartementet, 2019a, s. 2).

Programmering kan være et godt verktøy for å utvikle matematisk forståelse når det brukes av elevene til å utforske og løse problemer (Kunnskapsdepartementet, 2023). Det er en rekke kompetansemål som anses som relevante i gjennomføringen av FLL (FIRST Scandinavia, u.å.-b). Blant disse finner man alle kompetansemål innenfor matematikk og naturfag på 5. – 10. trinn som omhandler programmering (Tabell 2.1).

Tabell 2.1 Kompetansemål innenfor programmering i matematikk og naturfag som arrangøren anser som relevante i gjennomføringen av FLL

MATEMATIKK	5. trinn	Lage og programmere algoritmar med bruk av variablar, vilkår og lykkjer
	6. trinn	Bruke variablar, lykkjer, vilkår og funksjonar i programmering til å utforske geometriske figurar og mønster
	7. trinn	Bruke programmering til å utforske data i tabellar og datasett
	8. trinn	Utforske korleis algoritmar kan skapast, testast og forbetrast ved hjelp av programmering
		Simulere utfall i tilfeldige forsøk og berekne sannsynet for at noko skal inntreffe ved å bruke programmering
10. trinn	Utforske matematiske eigenskapar og samanhengar ved å bruke programmering	
NATURFAG	7. trinn	Utforske, lage og programmere teknologiske systemer som består av deler som virker sammen
	10. trinn	Bruke programmering til å utforske naturfaglige fenomener
	10. trinn	Utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker

Flere av disse kompetansemålene innebærer utforsking. Selv om et kompetansemål står i læreplanen er det ikke garantert eller automatisk at en elev vil møte på det i egen undervisning. Goodlad et al. (1979) skiller mellom den formelle læreplanen, den oppfattede læreplanen og den gjennomførte læreplanen. I virkeligheten er det ikke automatikk i at det som innføres i læreplanene også gjennomsyrrer undervisningen til elevene. Den formelle læreplanen er de vedtatte styringsdokumentene. Alle elever på 5. – 10. trinn i ordinær norsk skole følger samme læreplanverk, og målene i Tabell 2.1 tilhører læreplanens formelle ansikt. I realiteten er det kanskje den oppfattede læreplanen som styrer hvilken undervisning lærerne tilbyr elevene. En lærers vektlegging av ulike deler av læreplanen vil påvirke hvilke prioriteringer som gjøres, både med tanke på faginnhold og metodikk. Lærere oppfatter og tolker læreplanen ulikt basert på egne erfaringer, egne antagelser om læring og egne betraktninger rundt hvilke muligheter man har for å gjennomføre undervisning. Den gjennomførte læreplanen er når lærerne setter sin oppfatning av læreplanen ut i praksis. Det

lærerne velger å gjøre i undervisningen påvirkes av deres syn på undervisning og gjennomføring, men også rammefaktorer. Det er også to nivå til av læreplanen. Den ideologiske som er «ideene bak læreplanen», samt den erfarte læreplanen slik elevene oppfatter den. Det kan være forskjell på intensjonen med undervisning og det eleven faktisk lærer.

2.4 Algoritmisk tenkning i skolen

Algoritmisk tenkning regnes som en tankeprosess i forbindelse med å lage løsninger som kan gjennomføres av en datamaskin, et menneske, eller en blanding av disse to (Bocconi et al., 2018, s. 7). Algoritmisk tenkning er et paraplybegrep som rommer mange praksiser (Bocconi et al., 2018, s. 7). I norsk litteratur er det likt med det engelske begrepet computational thinking (Sanne et al., 2016, s. 26). Utdanningsdirektoratet sammenfattet flere definisjoner av algoritmisk tenkning til det de anså som de viktigste nøkkeltrekkene og arbeidsmåtene, og presenterte dette gjennom «Den algoritmiske tenkeren» (Utdanningsdirektoratet, 2019). Det er stor sannsynlighet for at lærere som har et forhold til begrepet algoritmisk tenkning, har fått kjennskap til begrepet nettopp gjennom forarbeidet til innføringen av LK20. Det gjør at Udir sin algoritmiske tenker sannsynligvis er den viktigste fellesnevneren for norske læreres oppfatning av algoritmisk tenkning. I denne studien vil den bli brukt som referansepunkt på algoritmisk tenkning.:

«Algoritmisk tenkning er en problemløsningsmetode. Algoritmisk tenkning innebærer å tilnærme seg problemer på en systematisk måte, både når vi formulerer hva det er vi ønsker å løse og når vi foreslår mulige løsninger. Å tenke algoritmisk er å vurdere hvilke steg som skal til for å løse et problem, og å kunne bruke sin teknologiske kompetanse for å få en datamaskin til å løse (deler av) problemet. I dette ligger også en forståelse av hva slags problemer/oppgaver som kan løses med teknologi og hva som bør overlates til mennesker» (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Videre definerer de fem arbeidsmåter som er en del av algoritmisk tenkning: fikle (utforske og eksperimentere), skape (designe og lage), feilsøke (oppdage og rette feil), holde ut (fortsette og prøve igjen), samarbeide (dele og jobbe sammen). Arbeid med algoritmisk tenkning fordrer

utforsking. Brennan og Resnick (2012) argumenterer for at kompetanser for algoritmisk tenkning kan utvikles gjennom programmering, selv om algoritmisk tenkning ikke står skrevet som eksplisitte læreplanmål. Dette peker på at en teknologikonkurransen med utforskende arbeidsmåter og programmering vil kunne være en arena å utvikle algoritmisk tenkning. I naturfag nevnes ikke algoritmisk tenkning i kjerneelementene. Det som imidlertid nevnes der er programmering. «Naturfag skal forberede elevene på et arbeids- og samfunnsliv som vil stille krav til en utforskende tilnærming og en teknologisk kompetanse (...) Elevene skal forstå, skape og bruke teknologi, inkludert programmering og modellering, i arbeid med naturfag» (Kunnskapsdepartementet, 2019b, s. 2-3).

Selv om algoritmisk tenkning er læreplanfestet og har fått mye oppmerksomhet de siste tiårene, hevder Brennan og Resnick (2012) at det er lite konsensus om hvordan vi skal vurdere elevenes utvikling innenfor algoritmiske tenkning. Rapporten fra (Bocconi et al., 2018) tydeliggjør at utviklingen av digitale ferdigheter, problemløsning og logisk tenkning hos elever er usannsynlig uten ordentlig veiledning og støtte, samt at lærere må bli gitt de rette verktøyene for å kunne vurdere og veilede i programmeringstimer. Læreplanen gir lite støtte til hvordan lærere skal støtte og vurdere elevene til å utvikle seg innenfor algoritmisk tenkning. Tilbake i 2012 kom Brennan og Resnick med noen forslag til hvordan vurdering av læring for algoritmisk tenkning kan foregå når elever holder på med Scratch-programmering. Det er rimelig å anta at disse kan overføres til annet arbeid med blokkprogrammering i skolen. Tre av forslagene Brennan & Resnick (2012) hadde til vurderingsstrategier innenfor programmering for å fremme algoritmisk tenkning er:

(1) *Å kaste lys over prosessen*, gjennom at det er ordentlige samtaler rundt utviklingsprosessen av en kode, ikke bare være fornøyd med at det er en ferdig kode som kan brukes. Ved å se prosessen som ligger bak en kode kan man få innblikk i den algoritmiske tenkningen som ligger bak den ferdige koden. Slik vil en samtale om prosessen som ligger bak en kode avdekke mer av elevenes tenkning enn å bare se den ferdige koden. Elevene kan dokumentere denne prosessen gjennom kommentaren i koden, loggnotater, eller å snakke om erfaringene på en presentasjon. (FIRST Scandinavia, u.å.-c, s. 14) anbefaler lagene å skrive logg i løpet av prosessen sin, slik at det skal være lettere å kunne presentere hva de har gjort.

- (2) *Sjekke inn på flere punkter i prosessen.* Vurdering av algoritmisk tenkning bør etterstrebe å kunne beskrive hvor en elev har vært, hvor den er nå, og hvor den skal videre. Å bruke en slik formativ vurderingsmetode vil avhenge av at man også går inn i løpet av designprosessen for å diskutere prosessen underveis. I FLL kan dette for eksempel være når elever og lærere står og diskuterer løsninger sammen rundt robotbordet, eller når de diskuterer mulige måter å feilsøke kodene og problemene som oppstår.
- (3) *Verdsette flere måter å kunne et begrep, ved at elevene både må kunne forklare og anvende det.* Når elevene arbeider med begreper og ferdigheter innenfor programmering må de både forstå og anvende. Det er ikke nok å vite hva en løkke er, du må også kunne bruke det på en meningsfull måte i koden din. Elevene må kunne bruke en eksempelkode og så modifisere den til eget bruk. Det er ikke nok å bare forstå eksempelkoden. De må kunne se kritisk på egen kode, og debugge feil som oppstår. Vurderingsarbeid bør verdsette alle disse ulike ferdighetene.

2.4.1 Algoritmiske problemløsningspraksiser innenfor matematikk og naturfag

For å undersøke hvordan elevene kan arbeide med algoritmisk tenkning og problemløsning gjennom teknologi- og robotdelen av FLL skal jeg bruke Weintrop et al. (2016) sin taksonomi for algoritmisk tenkning i matematikk- og naturfag. Rammeverket ble utarbeidet gjennom å finne ut hva litteraturen betraktet som sentralt for algoritmisk tenkning innenfor fagområdene matematikk og naturfag, og forklarer hvilken rolle disse fagene spiller i å løse problemer. Det består av fire deler: datapraksiser, modellerings- og simuleringspraksiser, algoritmiske problemløsningspraksiser, samt systemtenkningspraksiser. For å se nærmere på algoritmisk tenkning og problemløsning i FLL vil én av disse praksisene bli brukt som analytisk rammeverk i oppgaven: algoritmiske problemløsningspraksiser. De sju algoritmiske problemløsningspraksisene defineres slik (Weintrop et al., 2016):

(1) Forberede et problem for algoritmisk løsning. Omformulere problemet slik at det lar seg løse av en fysisk enhet eller programvare. I FLL-sammenheng vil det si å definere hva i et robotoppdrag som kan løses ved å konstruere verktøy på en måte som bidrar til å løse problemet, og hva som skal løses gjennom koding av robot.

(2) Programmering. Evnen til å kode instruksjoner slik at en datamaskin kan utføre dem, er en betydningsfull ferdighet for å undersøke og løse problemer innenfor matematikk og naturfag.

Herunder nevnes både programmeringskonsepter som betingelser og løkker. Både veldig korte og veldig lange programmer kan være nyttige. Dette innebærer å modifisere/endre programmer laget av andre så vel som å skape nye programmer fra bunnen av. Selv om det ikke er rimelig å forvente at alle elever skal være programmeringsekspert, er grunnleggende forståelse av programmering en viktig del av de 21. århundrets vitenskapelige utforskinger og undersøkelser. Elever som mestrer dette vil kunne ha mulighet til å forstå, modifisere, og lage koder og bruke disse ferdighetene til å komme lengre i sitt vitenskapelige og matematiske arbeid. Kjernen i hele teknologi- og robotkonkurransen i FLL er at deltakerne skal programmere en LEGO-robot til å løse oppdrag.

(3) Velge effektive beregningsverktøy. Siden både programvare og robotvalg er gitt i FLL-sammenheng, blir ikke denne problemløsningspraksisen nærmere omtalt i oppgaven. Elevene har anledning til å velge hvilken av de lovlige robotene de skal bruke, samt hvordan den skal utformes. Dette er imidlertid ikke mye omtalt i datagrunnlaget, og beskrives derfor heller ikke i resultatdelen av analysen.

(4) Vurdere ulike tilnærminger/løsninger på et problem. Siden det ofte er mer enn én mulig løsning på et problem, er det viktig å være i stand til å vurdere mulighetene sine og ta et *informert valg* om hvilken løsning man skal gå for. Selv om to ulike løsninger kan gi samme resultat (f.eks. poeng på robotbanen), vil det også være andre hensyn å ta når man bestemmer seg for løsning. For eksempel tidsbruk, hva det krever av ressurser, holdbarhet, fleksibilitet, samt muligheten til å utvide løsningen eller å bruke den på nytt. Å mestre denne ferdigheten vil innebære å kunne vurdere ulike tilnærminger/løsninger på et problem basert på krav og begrensninger.

(5) Utvikle modulære gjenbrukbare løsninger. Å utvikle løsninger som kan deles opp til mindre og gjenbrukbare deler kan ha store fordeler ved at arbeidet man legger ned i å finne en løsning kan brukes på nytt, og derfor spare oss for arbeid senere. Å mestre denne ferdigheten vil innebære å kunne utvikle løsninger som man kan dra nytte av både senere i det aktuelle problemet og ved å gjenbruke deler av tidligere løsninger i møtet med nye problemer. For eksempel å bruke deler av et tidligere robotoppdrag i møte med et nytt oppdrag. I robotprogrammering kan dette blant annet være kodesekvenser.

(6) Lage abstraksjoner. Evnen til både å lage og bruke abstraksjoner i beregninger er nødvendig både i matematikk og naturvitenskap. Det kan være ved å lage abstraksjoner som brukes i et

program, lage visualiseringer av data for å kommunisere et funn, vise omfanget av et problem, eller lage modeller for å utforske et bestemt fenomen. Dette blir ikke sett i sammenheng med FLL i denne studien.

(7) Feilsøking og debugging. Å finne ut hvorfor noe ikke fungerer – eller ikke oppfører seg som forventet. Det er mange strategier man kan bruke for å feilsøke et problem; identifisere hva som egentlig er problemet; systematisk teste systemet for å isolere ut kilden til feilen; framprovosere problemet slik at mulige løsninger kan bli testet med sikkerhet. Dette er viktig å kunne – siden uventete utfall og feil oppførsel ofte oppstår. Elever som mestrer dette vil klare å identifisere, isolere, gjenskape, og til slutt rette opp i uventete problem som oppstår. Samt gjøre dette på en systematisk måte. Feilsøking er å finne ut hva som er grunnen til at noe ikke fungerer som forventet, mens debugging er å fikse dette problemet. I FLL vil dette kunne være når elevene lager og forbedrer kodene sine.

2.5 Lærerenes rolle i utforskende undervisning

Lærerrollen står fortsatt fram som en avgjørende faktor for gjennomføring av utforskende undervisningsmetoder, uavhengig av om det er lærerstyrt, veiledet, eller elevstyrt (Crawford, 2014, s. 526). Crawford (2014, s. 526) har samlet forskning på utforskende undervisning i naturfag. I et utforskende klasserom kjennetegnes effektive lærere ved å lage og tilpasse undervisningsmateriell, tilrettelegge for at elevene bruker utforskende metoder, samt skaper forståelse rundt naturvitenskapelige arbeidsmetoder. Fagdidaktisk forskning på arbeid med utforskende metoder viser at det uten tvil er en krevende oppgave for læreren å legge til rette for læring ved åpne utforskende arbeidsmåter (Bjønnes et al., 2019, s. 122). Lærere som er eksperter på å undervise utforskende mestrer roller som: motivator, diagnostiker, veileder, innovatør, eksperimentator, forsker, modellerer, mentor, samarbeidspartner, og en som lærer sammen med elevene (Crawford, 2014, s. 526). Dette er en opplevelse lærere som har veiledet elever gjennom åtte uker med FLL også kjenner på. Siden naturfag har lang tradisjon for utforskende metoder, har prinsippene for utforskende undervisning i naturfag fungert som en modell for hvordan det kan gjøres (Brevik et al., 2024, s. 23). Selv om det er mange forskjeller mellom de utforskende arbeidsmåtene som beskrives i f.eks. «Elever som forskere i naturfag», og arbeidsmåter i teknologidelen av FLL, er det også mange likheter med prosessen. Derfor er det relevant å ta utgangspunkt i teori på hvordan man kan lede slike arbeidsmåter på en god

måte når vi skal utforske hvordan lærere støtter opp elevenes arbeid med robotkonkurranse i FLL. Bjønnes et al. (2019, s. 123) bidrar med sine erfaringer angående kjennetegn på god tilrettelegging ved åpne utforskende arbeidsmåter:

- Læreren bør gi elevene rammer og støttestrukturer for fremdrift, slik som for eksempel milepælsplan, slik at de kan finne sin vei i det åpne utforskende landskapet.
- Læreren bør være årvåken for elevenes forkunnskaper og øke graden av styring i faser hvor elevene skal inn i nye prosesser, begreper eller typer oppgave eller produkt.
- Læreren bør åpne opp og gi elevene spillerom i etterkant av strukturerte faser, slik at de kan lære å arbeide mer autonomt. Det betyr ikke nødvendigvis at de arbeider alene. De har anledning til å kontakte lærer og eksperter både innenfor og utenfor skolen som sitter med kunnskap som er nyttig for prosjektet.
- Læreren bør gi elevene rammer og støttestrukturer som de trenger for selv å kunne bli mer målrettet og oppnå større framdrift i faser med åpenhet og spillerom for selvstendighet. Eksempler kan være planmal, læringsplattform med logg, støtte til kreative prosesser.
- Utforskende arbeidsmåter legger til rette for affektive sider ved læringen og dette er viktig for at elevene skal ønske å gå inn i stoffet på måter som resulterer i dyp forståelse.

Disse punktene støttes i stor grad av fagdidaktisk forskning på utforsking. Mange erfarer at eksplisitte rammer og støttestrukturer er viktige for å få til god utforskende undervisning (Bjønnes & Kolstø, 2015). I utforskende arbeidsmetoder vil elevene til en viss grad ha frihet til å utforske og bestemme hva arbeidet skal inneholde (Knain et al., 2019, s. 70). Selv om ikke alt skal være definert på forhånd, vil det være ønskelig fra læreren å kunne styre elevene i noen bestemte faglige retninger. Spesielt dersom læreren vil sørge for at tiden de setter av til prosjekter også kan forsvares i at man jobber med kompetansemål. En tid tilbake var mange lærere simpelthen ikke overbevist om at en utforskende tilnærming var det beste for deres elever. Dette er verdt å ta med i betraktningen når lærere skal støttes i prosessen med å realisere læreplaner og standarder som krever utforsking (Crawford, 2014, s. 521). Forskningslitteraturen (Hmelo-Silver et al., 2007; Knain et al., 2019) understreker at lærerens rolle er helt avgjørende og en forutsetning for om utforskende undervisning skal være hensiktsmessig for elevenes læring. For mange elever fungerer det ikke å ha lengre åpne prosjektperioder med lite styring fra lærere (Knain et al., 2019). Dette kan vi uten problem

relatere til at elever skal gjennomføre en åtte ukers lang prosjektperioden med FIRST LEGO League. Knain et al. (2019) kom med rammestyring med støttestrukturer som en metode for å fremme elevens faglige forståelse og framdrift i det utforskende læringsarbeidet. Deres beskrivelse av rammestyring tar utgangspunkt i at læreren styrer elevenes prosess framover med overordnede rammer, i stedet for punktstyring. Ved rammestyring er det viktig at rammene og støttestrukturene sikrer både retning og framgang mot målene. Her er lærerens rolle mer en veileder enn i tradisjonell undervisning. Det viser seg å være bra for elevenes læring og progresjon dersom det veksles hensiktsmessig mellom å gi frihet og å ha mer styrte sekvenser i de utforskende periodene (Bjønnes & Kolstø, 2015). En periode med frihet og egen utforsking må etterfølges av struktur og styring, og likeledes må struktur følges av en periode med egen utforsking. Lærerens dialog og samhandling med elevene må ha en funksjon der elevenes kunnskaper og arbeidsmetoder sees i sammenheng med kriteriene i rammene for arbeidet (Knain et al., 2019), altså konkurransereglene og vurderingskriteriene i FLL. Taber (2010, sitert i Crawford, 2014) hevder at man i stedet for å henge seg opp i om lærere bruker elev- eller lærer-sentrert tilnærming, vil det være bedre å fokusere på interaksjonene mellom lærerne og elevene.

2.6 Støttestrukturer

2.6.1 Definisjon av støttestrukturer og veilederens funksjon

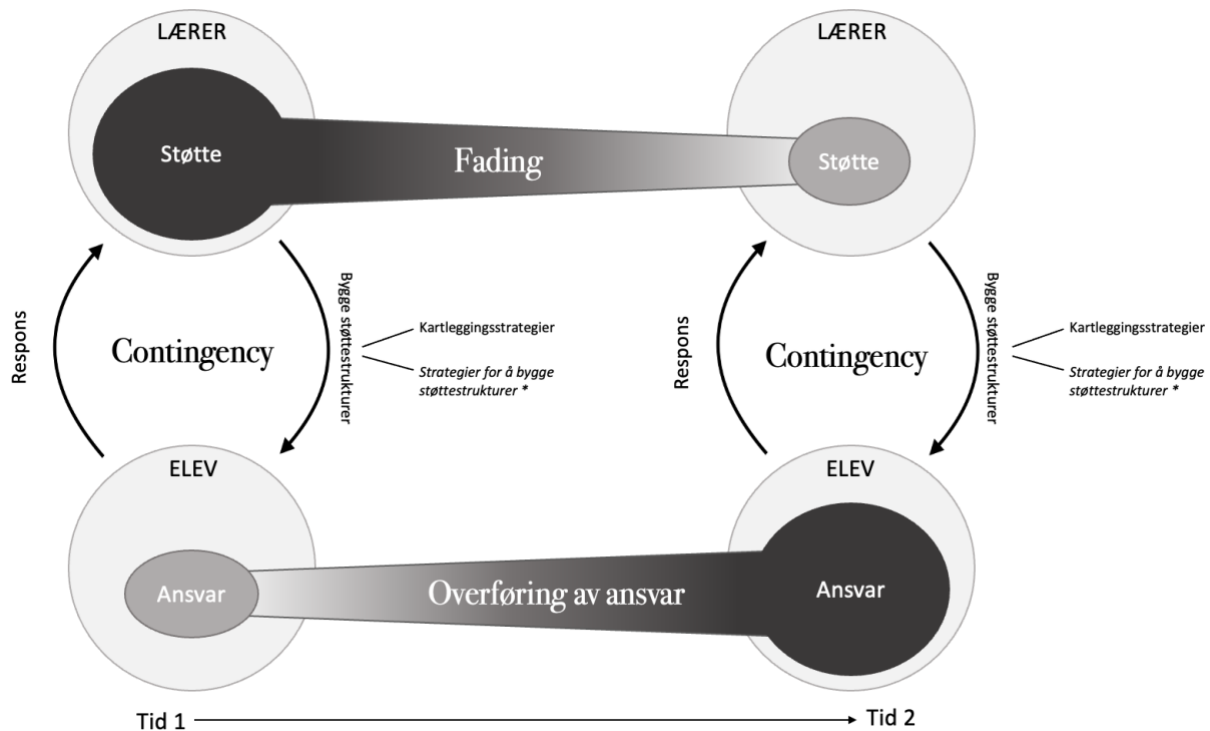
Begrepet støttestrukturer har vært mye brukt i forskningslitteraturen, og mangelen på en omforent definisjon av begrepet scaffolding er en utfordring (van de Pol et al., 2010). Derfor har jeg valgt å starte dette kapittelet med generelle perspektiv på støttestrukturer, for etter hvert å ende opp med spesifikke beskrivelser av støttestrukturer i utforskende undervisning.

Begrepet scaffolding ble for første gang presentert av Wood et al. (1976) i artikkelen «The role of tutoring in problem solving». Ved hjelp av en veileder som bygger støttestrukturer vil et barn ha mulighet til å løse et problem, utføre en oppgave, eller oppnå et mål som ikke ville vært mulig for barnet å utføre på egenhånd (Wood et al., 1976, s. 90). Gjennom sin forskning på barns problemløsning kom de fram til seks funksjoner hos en veileder som bygger støttestrukturer: (1) Å vekke elevens interesse for oppgaven, (2) å redusere antall steg som kreves for å løse et problem, eller forenkle situasjonen på en måte som gjør at eleven

behersker delene i prosessen, (3) å hjelpe elevene med å holde fokus på oppgavens mål ved å opprettholde deltakelsen, samt motivere elevene, (4) å understreke de viktigste delene av oppgaven for elevene, (5) kontrollere elevenes frustrasjon og risiko for å mislykkes, og (6) å demonstrere, modellere idealer, eller forklare hvordan oppgaven kan løses. Det er også verdt å merke seg at scaffolding brukes som både substantiv og verb (Pea, 2004). I denne oppgaven vil substantivet a scaffold oversettes til *støttestruktur*, mens verbet scaffolding oversettes til *å bygge støttestrukturer*. Da kan man si at *et spørsmål* er en støttestruktur, og at handlingen *å stille et spørsmål* er å bygge en støttestruktur. Målet med å bygge støttestrukturer for elevene våre er bredere enn å bare gi hjelp til å løse en oppgave. Hensikten med støttestrukturene er å bidra til kunnskaper og ferdigheter for at de selv skal bli i stand til å utføre en tilsvarende utfordring senere. Ønsket er at de bygger ferdigheter og internaliserer støtten de har fått til å bli en del av sin egen problemløsningskompetanse (Wood et al., 1976).

2.6.2 Konseptuell modell av å bygge støttestrukturer med fading, contingency og overføring av ansvar

I engelskspråklig litteratur som beskriver støttestrukturer finner noen det problematisk at «stillasbygging» som metafor kan høres ut som det er et forhåndsbestemt bygg som skal bygges, mens man heller ønsker et mer elevsentrert syn. Siden elevenes «bygninger» er forskjellige, vil også stillasene eller støttestrukturene de trenger være forskjellige (van de Pol et al., 2010, s. 247). Jeg følger Stone (1998a, sitert i van de Pol et al., 2010) som anser prosessen med å bygge støttestrukturer som en interaktiv prosess som foregår mellom lærer og elev der begge parter deltar aktivt i prosessen. Videre bidro van de Pol et al. (2010) med to nyvinninger på feltet: først en konseptuell modell av det å bygge støttestrukturer, deretter et analytisk rammeverk for stillasbyggingsstrategier. Deres konseptuelle modell Figur 2.1 får fram tre viktige elementer som skiller støttestrukturer fra annen hjelp man kan få hos en veileder. Disse tre egenskapene kom fram som resultat av review av forskningslitteratur på støttestrukturer: fading, contingency, og transfer of responsibility.



Figur 2.1 Konseptuell modell av å bygge støttestrukturer. (Oversatt fra van de Pol et al. (2010, s. 274).

Den konseptuelle modellen viser at det hele tiden skal være en vurdering mellom behovet for støtte og hvilken støtte som tilbys (contingency). Ordet contingency forklares som «en framtidig hendelse som er mulig, men ikke kan bli forutsett med sikkerhet». Contingency i forbindelse med støttestrukturer betyr at støtten skal være lydør overfor elevers behov, skreddersydd, tilpasset, differensiert, titrert, eller kalibrert (van de Pol et al., 2010). Å bygge støttestrukturer er en dynamisk praksis som avhenger av og justeres ut fra situasjon, elevgruppe og enkeltelever. Man kan ikke være sikker på om en hendelse oppstår eller ikke. Men dersom den oppstår skal man kunne være klar. I rommet mellom støtte og ansvar er det en kontinuerlig prosess som går ut på å kartlegge hva som trengs av støttestrukturer, og å bruke strategier for å bygge støttestrukturer. Jeg opplever ikke de aktuelle norske oversettelsene av contingency som tilfredsstillende for å romme hele begrepet. Derfor har jeg valgt å beholde contingency slik det er på engelsk i min oversettelse av modellen. Etter hvert som eleven responderer og benytter seg av støttestrukturene skal elevens egen evne til å utføre eller løse oppgavene øke, og med det skal støttestrukturene ebbe ut, eller som vi også ofte også bruker blandet inn i norsk: fade ut. Fading innebærer at støtten gradvis skal avta i takt med elevens utvikling og kompetanse. Læreren utøver fading når graden av støtte forsvinner over tid. I takt med at støttes fades ut, kan vi se i modellen at mer og mer av ansvaret overføres til eleven. Å

regulere hvor mye støtte som skal tilbys og hvor mye ansvar man skal forvente beror på en kontinuerlig evalueringsprosess.

2.6.3 Rammeverk for å analysere strategier for å bygge støttestrukturer

I tillegg til den konseptuelle modellen, bidrar review-artikkelen med en annen nyvinning: et analytisk rammeverk for stillasbyggingsstrategier (se Figur 2.1). I rammeverket skiller van de Pol et al. (2010) mellom 5 intensjoner/mål med støttestrukturer og 6 metoder/verktøy for å bygge støttestrukturer. Først de fem intensjonene:

- A. *Å hjelpe elevene å holde fokus på oppgavens mål.* Denne intensjonen er i stor grad metakognitiv.
- B. *Kognitiv strukturering.* Lage mentale representasjoner av oppgaven for å kunne forstå og prosessere informasjon.
- C. *Å redusere frihetsgraden.* Å ta seg av de delene av oppgaven eleven enda ikke er i stand til å utføre, en slags forenkling av prosessen. I likhet med kognitiv strukturering utføres reduksjon av frihetsgrader for å hjelpe de kognitive aktivitetene til elevene.
- D. *Rekruttering.* Å få elevene interessert i oppgaven, men også å opprettholde kravene til oppgaven og å beholde interesse for arbeidet over tid.
- E. *Frustrasjonskontroll.* Å tilrettelegge for at elevene skal prestere og holdes motiverte. Dette gjøres gjennom å forebygge og minimalisere frustrasjon.

I rammeverket beskriver de også at en *strategi* både inneholder intensjon og metode. Dersom en metode skal være klassifisert som å bygge støttestruktur, må den være betinget av elevenes behov, være en del av en prosess med fading og overføring av ansvar til eleven. Her er hver av de seks metodene i van de Pol et al. (2010) sitt rammeverk, samt deres beskrivelse av hver stillasbyggingsmetode:

1. **Tilbakemelding** går ut på å tilby informasjon om elevens prestasjon til eleven selv.
2. **Hint** omhandler ledetråder eller forslag fra lærer for å hjelpe eleven til å komme seg videre. Her må det understrekes at læreren bevisst ikke gir hele løsningen eller detaljerte instruksjoner.
3. **Instruksjon** når læreren forteller eleven hva som skal gjøres, eller forklarer hvordan noe må gjøres. Og hvorfor det skal gjøres.

4. **Forklare** refererer til at læreren gir mer detaljert informasjon eller avklaring
5. **Modellering** forklarer de gjennom Wood et al. (1976) sin demonstrasjonskategori: «prosessen der man tilbyr oppførsel som kan imiteres». Det kan innebære demonstrasjon av spesifikke ferdigheter.
6. **Stille spørsmål ved** handler om å stille spørsmål som krever et aktiv og uttalt og kognitivt svar. Dette må ikke forveksles med hint som gis i form av spørsmål, eller når spørsmål brukes i kraft av å instruere eller forklare.

Enhver kombinasjon av intensjon og metode for å bygge støttestrukturer kan sees på som en strategi for å bygge støttestrukturer. Intensjon + metode = strategi. Dette rammeverket kan hjelpe lærere til å analysere egne støttestrukturer, og være et redskap for å utvikle nye eller bedre strategier for støttestrukturer i perioden med FLL.

2.6.4 Støttestrukturer i utforskende undervisning

Jeg vil avslutte teorikapittelet ved å fremheve anbefalinger som har blitt gitt for å lede utforskende undervisning på en måte som bidrar til framgang og læring hos elevene. På bakgrunn av parallellene jeg har trukket mellom utforskende metoder og arbeidsmåtene i FLL, anses disse som interessante for veilederrollen i FLL. Innenfor naturfagdidaktikk har begrepet støttestrukturer oftest blitt brukt sammen med rammer for å beskrive lærerens rolle når man benytter seg av utforskende arbeid i undervisningen. Støttestrukturer anses som en helt avgjørende faktor for at elever skal kunne ha læringsutbytte av utforskende metoder (Knain et al., 2019). En måte dette kan gjøres på, er ved å veksle mellom å gi rom og frihet i arbeidet, og å tilby rammer og målrettet struktur i arbeidet for å holde retning i den utforskende arbeidsprosessen (Bjønnes & Kolstø, 2015). Dette prinsippet kan vise seg å være svært relevant for arbeidsmetoden og veileder/elev-dynamikken i prosjektperioden i FLL. Veilederens måte å legge opp perioden vil påvirke hvilken type utforskning elevene holder på med. Læreren bør bygge støttestrukturer i form av rammer for arbeidet, samt gi elevene frihet til å jobbe innenfor disse rammene (Bjønnes & Kolstø, 2015). Dette viser de gjennom en modell som veksler mellom struktur og frihet. Struktur skal etterfølges av en periode med frihet, og en periode med frihet skal etterfølges av struktur. En annen modell for undervisning som består av en veksling mellom elevfrihet og mer lærerstyrt arbeid er skaperskolens boblemodell (Kanebog et al., 2022). Det inkluderer også grep for å drive prosessen videre. Hvis oppgavene

er for åpne og mangler rammer, kan det lett føre til kaos. Noen av deres grep for å sette rammer for arbeide og strukturer prosesser kan være overførbare til FLL. Det kan være utfordrende for både læreren og elevene å forholde seg til elevfriheten og de åpne rammene som er i et skaperverksted. Læreren kan oppleve å miste kontrollen, og elevene kan bli usikre fordi sluttproduktet og veien dit ikke er klart fra starten av. Deres råd er: bruk av startere, unngå for mye informasjon og innblanding, gå strafferunder med informasjon til hver gruppe i stedet for å avbryte hele klassen, støttestrukturer, lytte til lyden i klasserommet, kritiske punkter, endre arbeidsstasjoner, kreativt klima.

2.7 Tidligere forskning på FLL

Det har tidligere blitt nevnt at hovedgrunnen til at norske veiledere deltar med lag i FLL er at det skal øke motivasjonen til elevene (FIRST Scandinavia, 2022), og omtrent like mange sier at hovedgrunnen er å få inn programmering i ordinær undervisning. Forskningsfeltet har sett mye på motivasjon, interesser og STEM-holdninger, men på den andre siden har det også blitt undersøkt hvilken innvirkning konkurransen har på f.eks. STEM-ferdigheter og teknologisk kompetanse. Det har blitt påvist at FLL har statistisk signifikant langtidsinnvirkning på elevers STEM-holdninger og interesser, spesielt hos jenter. Innvirkningen var større på elever som deltok i flere konkurranser (Menekse et al., 2017; Meschede et al., 2022). Ma og Williams (2013) fant ut at FLL gir mulighet for å lære mange kompetanser for det 21. århundre, blant annet problemløsning. Denne positive innvirkningen skjer uavhengig av om elevene tidligere er gode i naturfag og teknologi, og uavhengig av om de har tenkt å studere dette videre (Arís & Orcos, 2019). Mye av forskningen på elevers læring i FLL har tatt utgangspunkt i elever, lærere og foreldres oppfatning om hvordan læringen skjer. Forskningsresultater er sprikende når det kommer til om elevenes opplevde tilegnelse av kompetanser for det 21. århundret varer etter konkurransen er over, og om dette er noe de klarer å overføre i nye kontekster (Graffin et al., 2022). Her foreslår Schina et al. (2020a, sitert i Graffin et al., 2022, s. 335) at det trengs kvalitativ forskning som undersøker læringsprosessen hos FLL-lag, og sammenlikne det med oppfattet læring av kompetanser for det 21. århundre.

Forskningsresultatene som omhandler konkurransens innvirkning på elevenes læring av STEM-ferdigheter (f.eks. teknologisk kompetanse) er sprikende (Graffin et al., 2022, s. 330). Et

eksempel på dette er Kaloti-Hallak et al. (2019) som fant ut at de fleste FLL-deltakerne ikke kunne vise til sofistikerte problemløsningsstrategier når de arbeidet med ingeniørdesignprosesser. Det vil si når de bruker og utvikler teknologi i designprosessene i FLL. Deres studie baserte seg på observasjon av lag og elevintervju gjennom sesongen, samt videoopptak fra turneringspresentasjonene. Konkurransens utforming fører til at tids- og arbeidspress kan bidra til at elevene prioriterer ineffektive prøv- og feil-strategier for å løse tekniske problemer de møter på (Kaloti-Hallak et al., 2019). Det begrenser muligheten deres til å engasjere seg i et dypere nivå av samtaler og samarbeid om problemløsning. Mangelen på læringsressurser for robotprogrammeringen, tidspress på konkurransegjennomføring og stabiliteten til robotene viste seg å være faktorer som påvirket elevenes læring.

En annen viktig faktor for elevenes læring var veilederens pedagogiske tilnærming i FLL. Veiledernes robotkunnskap, ferdigheter og pedagogiske tilnærming har stor betydning for FLL-deltakelses positive innvirkning på elevers STEM-holdninger, læring, engasjement, og utvikling av kompetanser for det 21. århundre (Kaloti-Hallak et al., 2019; Ma & Williams, 2013). Det viste seg at barns utvikling og bevaring av kompetanser for det 21. århundre var avhengig av at veilederne la opp til at elevene skulle uttrykke og reflektere over læringen sin (Ma og Williams (2013). Likevel er det mange veiledere som mangler teknologisk innsikt og erfaring, og som i utgangspunktet sliter med å legge til rette for svært kompleks, tverrfaglig prosjekt som FLL er (Graffin et al., 2022). Dwivedi et al. (2021) merket seg at dette problemet ikke er unikt for FLL Challenge. Mer erfarne og kunnskapsrike veiledere, spesielt de med tilgang på relevant støttemateriell og opplæring, er i stand til å veilede lagene sine mer effektivt. Dette medfører at lagene har mer vellykkede prestasjoner i en rekke ulike robotkonkurranser som gjennomføres i skolesammenheng. Graffin et al. (2022) viste at det var relativt få studier som eksplisitt har undersøkt virkningsfulle pedagogiske tilnærminger for å støtte elevenes læring og kompetanseutvikling i FLL Challenge. Det som har kommet fram er imidlertid svært interessant, også i norsk kontekst. Kaloti-Hallak et al. (2015) fant grunn for å antyde at utforskende metoder fungerer bedre enn lærer-sentrert instruksjon når man ønsker å oppnå meningsfull læring i programmering. I Kaloti-Hallak et al. (2019) kom det fram at FLL-deltakelse hadde signifikant innvirkning på læring av programmeringsferdigheter. I deres kvalitative studie kom det imidlertid også fram at selv om FLL-lagene viste utvikling i robotdesign,

konstruksjon, testing, og debuggingsferdigheter, var det betydelig variasjon i dybden på læringen deres når det ble vurdert opp mot Blooms reviderte taksonomi. Ikke nok med det, de fant også ut at veiledernes pedagogiske tilnærming var en av faktorene som påvirket elevenes lærings innenfor de tekniske designprosessene. Et av områdene de studerte var bruk av sensorer ifm. elevenes arbeid med FLL. Læringen av sensorbruk ble vurdert etter meningsfull læring i tråd med Blooms reviderte taksonomi, fra lavest nivå til høyest: huske, forstå, anvende, analysere, evaluere, og skape. Gruppene som kom på de høyeste nivåene ble kjennetegnet av å utforske ressursene de hadde tilgjengelig, og at de oppdaget nye løsninger. Noen av disse hadde en lærer som benyttet veiledet utforsking som undervisningsmetode, mens andre hadde utforskende opplegg med begrenset grad av lærerinvolvering. De mest suksessfulle elevene var altså de som deltok i utforsking av læringsressursene for å lære nye begreper, samt løse problemene de møtte på (Kaloti-Hallak et al., 2019, s. 127). De mistenker at det var sammenheng mellom at den gruppen som ikke oppnådde meningsfull læring var den samme gruppen som hadde en lærer som brukte undervisningsmetoden lærerstyrt instruksjon. Læreren forklarte detaljert hvordan sensorene fungerte, og det resulterte i svært liten grad av utforsking hos elevene. Elevsentrerte aktiviteter som ble ledet fram av utforsking med roboter, spesielt sammen med eksplisitt læring av ulike begreper, kunne tilrettelegge for et høyt nivå av meningsfull læring (Kaloti-Hallak et al., 2019). I likhet med tidligere presentert teori, antyder også forskning på FLL av det er viktig å bygge støttestrukturer for elever som arbeider utforskende. Stewart og Jordan (2017) gjorde en etnografisk case-studie der de fulgte femteklassingen Nina som deltok i FIRST LEGO League på fritiden. De fant ut mange av Ninas potensielle læringsmuligheter ikke ble realisert selv i et rikt og utforskende læringsmiljø, fordi veiledere og lagmedlemmer ikke formet læringsmulighetene på måter som var eksplisitte, og heller ikke tilpasset og koblet til Ninas forkunnskaper. De hevder man må skille mellom om målet kun er å delta, eller om det også er å lære. Og at veiledningsmetodene må være i tråd med målet for deltakelsen. Veilederen kan ha en verdifull rolle ved å bidra til at elevene klarer å komme i mål med alt de skal til konkurransedagen. Men den kan også ha en betydningsfull rolle ved at det skjer mye og verdifull læring i prosessen med å få alt klart til konkurransedagen. Da elevene spurte etter hjelp, dirigerte veilederne dem rett til andre ressurser, som YouTube-videoer eller FLL-dokumenter. Uten støtte og eksplisitt forklaring av hvordan disse ressursene best kunne brukes, ble resultatet ofte at elevene fortsatte prøv- og

feil-metodene sine. De tiltenkte ressursene fikk en begrenset effekt. Når veiledere har en oppfatning av at deres rolle er «tilretteleggere, mer enn lærere» resulterte det i at de unngikk å bruke guided questioning (spørsmål utformet slik at du må forstå et emne for å svare på dem, og de kan derfor være en del av en læringsprosess), eksplisitt undervisning, samt unngikk å gi konstruktive tilbakemeldinger (Stewart & Jordan, 2017, s. 147). Uten at det var meningen fra veilederens side, førte dette til at de mindre erfarne lagmedlemmenes læringsmuligheter ble begrenset. Det påvirket også lagets kommunikasjon og lagets felles kunnskapsutvikling på en negativ måte.

3 Metode

Hensikten med dette kapitlet er å vise tydelig hvordan jeg har kommet fram til resultatene. Først vil jeg forklare metodiske valg, deretter redegjøre for datainnsamling og analyse. Jeg vil til slutt reflektere rundt forskningsetiske hensyn og kvalitet i studien.

3.1 Forskningsdesign

For å best kunne belyse problemstillingen og mine forskningsspørsmål har jeg valgt å bruke både kvalitativ og kvantitativ metode. Gjennom det kvantitative har jeg fått innblikk i erfaringene til mange veiledere. Gjennom det kvalitative har jeg fått muligheten til å komme tettere inn på personlige erfaringer fra noen utvalgte informanter. Ved å kombinere metodene får jeg utnyttet begge metodene sine styrker. Spørreundersøkelsen gir meg oversikt over et større utvalg, mens intervjuene gir meg mulighet til å følge opp interessante funn (Gleiss & Sæther, 2021, s. 32).

3.2 Insider/outsider i forskningsprosessen

Det er viktig for studiens kvalitet at leseren får tilgang til å forstå hvordan jeg er koblet til feltet jeg studerer. Derfor kommer min rolle og erfaring med FLL fram gjennom hele oppgaven. Det skal ikke være tvil om at jeg har egen erfaring i veilederrollen jeg skal studere, og at jeg har erfaring med konteksten veilederne arbeider med lagene i, gjennom å ha inngående kunnskap om FIRST LEGO League, og også gjennom rollen som banedommer i Skandinavisk finale. Mine erfaringer kan ha påvirket denne studien på flere måter. Siden jeg er en del av gruppen jeg studerer (FLL-veiledere), og derfor deler erfaringsbakgrunn med de som deltar i studien, kan jeg klassifiseres som insider (Asselin, 2003; Kanuha, 2000). Mine erfaringer og forkunnskaper påvirker alle valg jeg tar i forskningsprosessen, som valg av problemstilling, metode og tolkning (Gleiss & Sæther, 2021; Postholm & Jacobsen, 2018, s. 53). Gjennom hele metodekapitlet vil jeg også beskrive hvordan mine erfaringer med FLL kan ha påvirket forskerrollen, f.eks. i intervjusituasjon. Noen av veilederne i konkurransen har hatt FLL-lag gjennom valgfag programmering, andre har FLL-lag i helklasse. Jeg har erfaring fra begge varianter. Informantene har erfaring fra regionale, skandinaviske og internasjonale konkurranser. Denne erfaringen deler jeg også med dem. I forskningslitteraturen på insider-outsider-rollen har man

kommet nærmere og nærmere at det er like mange grunner for og imot de to rollene (Serrant-Green, 2002, s. 38, sitert i Dwyer & Buckle, 2009, s. 57). En insider-forsker har tilgang til å forstå det som skal undersøkes både dypere og bredere enn det som ville vært mulig for en utenforstående forsker. I sum har mine erfaringer med FLL gitt meg bekjentskap med andre veiledere og med arrangørene i FIRST Scandinavia. Det er legitimt å stille spørsmål ved objektivitet, refleksivitet og autentisitet i studien, og ved om forskeren er for nærme prosjektet, eller er for like de som skal undersøkes (Kanuha, 2000, s. 444). Hensikten med studien har aldri vært å prøve å få bekreftet antagelser gjort på forhånd, men heller å få komme dypere ned i veilederrollen med oppriktig nysgjerrighet på hvordan andre veileder oppfatter denne oppgaven i norsk skole-kontekst.

En åpenbar fordel med å være en del av de som skal studeres, er at jeg har et nettverk som kan bidra til å rekruttere informanter og respondenter. En annen fordel er at det er lettere å bli akseptert som forsker (Dwyer & Buckle, 2009, s. 58). Det er tydelig at intervjuobjektene har gitt meg legitimitet og godtatt meg, med bakgrunn i at de vet jeg har erfaringer som likner deres egne. Å være «en del av dem» gir et nivå av tillit og åpenhet fra intervjuobjektene som man sannsynligvis ikke ville hatt ellers (Dwyer & Buckle, 2009, s. 58). Spesielt innenfor et konsept som FLL, der det er svært mange detaljer og kontekster i konkurransen. Informantene nevnte flere ganger at «dette vet jo du hva betyr», blant annet når de skulle forklare forhold som omhandler sensorer og konkurransedokumenter. Det bidrar til at veilederne kan snakke med FLL-terminologi når de forteller. Jeg opplever at nettopp dette har bidratt til dybde i datamaterialet, og gjort informantene åpne for å dele detaljert om sine erfaringer. På den andre siden påpeker Dwyer og Buckle (2009, s. 58) også at faren med nettopp dette aspektet med insider-rollen er at mine erfaringer fra liknende situasjoner skal farge oppfatningen av informantenes svar. Før jeg startet intervjuene gjorde jeg med opp en mening om hva jeg trodde kom til å kunne bli svart, for å ha bevissthet rundt egen forutinntatthet. Asselin (2003) foreslår at en insider-forsker kan samle data med «åpne øyne», og en tanke om at jeg ikke kjenner til fenomenet som studeres (utover at jeg forstår begrepene de bruker). Det har jeg også hatt i bakhodet under intervjuene. Selv om jeg er en del av veilederne, er det ikke selvsagt at jeg forstår hver veileders egne kontekster på sine skoler, og med sine erfaringer med egne elever. Derfor har jeg vært bevisst på å stille avklarende spørsmål der jeg merker at jeg er i ferd

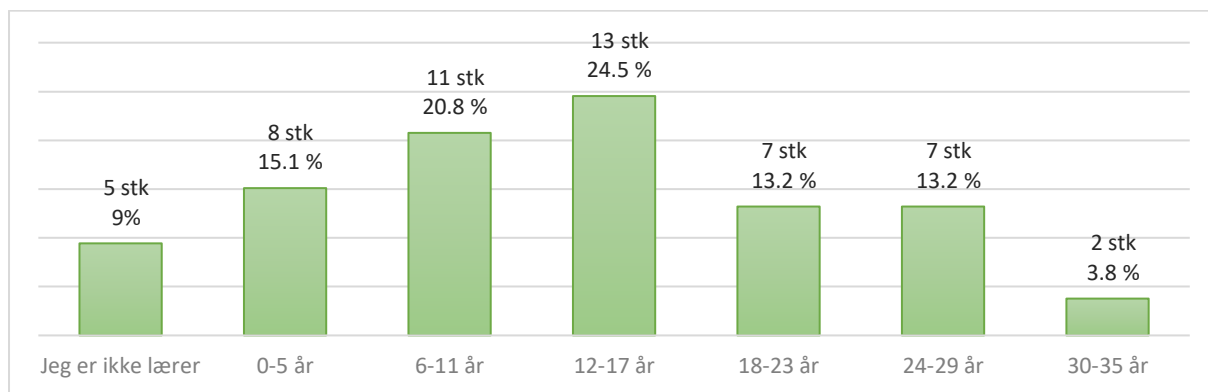
med å tillegge noe av det de sier en egen mening. Siden jeg kunne vært respondent på både spørreskjema og intervju har jeg vært bevisst på at jeg i resultat- og drøftingsdelen har snakket fram det faktiske datamaterialet, og ikke mine egne meninger eller erfaringer. I spørreskjema er nettopp dette også grunnen til at jeg ville ha noen åpne spørsmål der mine svar-alternativer ikke skulle lede retning i deres meninger. Noen mener at det som insider ikke vil være mulig å ha en tilstrekkelig distanse til det som studeres, og at man må være fra utsiden for å kunne skape et klart bilde av det som studeres. På den andre siden har egne erfaringer med FLL gjort det mulig å stille relevante oppfølgingsspørsmål. Det hadde vært vanskelig uten innsikt i feltet. Det er heller ikke noen garanti for at man klarer å være objektiv eller unngå å la egne antagelser påvirke forskningen selv om man er outsider (Dwyer & Buckle, 2009, s. 58).

3.3 Datainnsamling

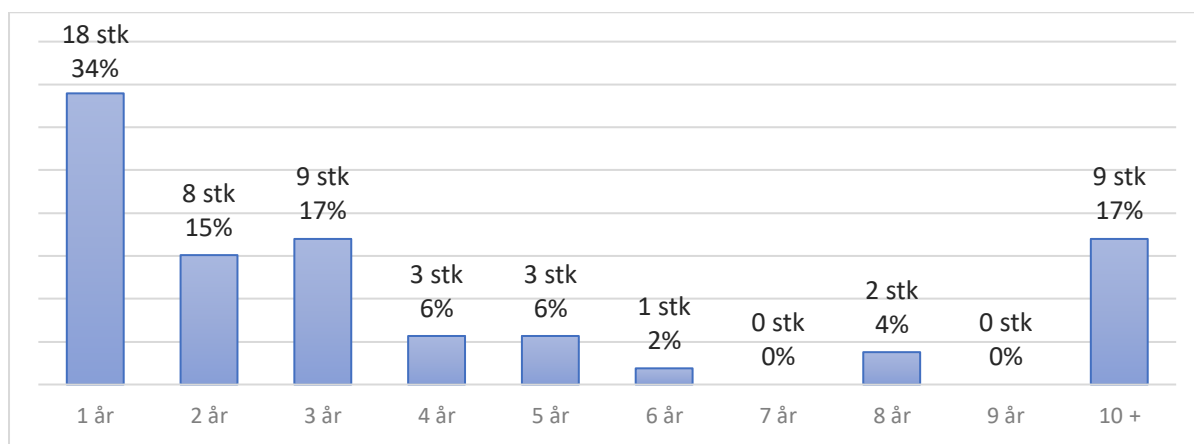
Datamaterialet består av spørreskjema og fire intervju. Det er 53 respondenter på spørreskjemaet, og hvert intervju varte i omtrent 60 minutter.

3.3.1 Utvalg

For å få relevante svar på spørreskjemaet sikret jeg at alle som fikk invitasjon til å delta hadde relevant veiledererfaring i FLL. Alle som hadde veiledet minst én sesong av teknologi- og robotdelen i FLL ble ansett som relevante respondenter på spørreskjema. I og med at noen spørsmål i spørreundersøkelsen omhandler kompetansemål anser jeg det som positivt at de fleste respondentene var lærere. Hele 48 av 53 respondenter var lærere. Spennet i lærererfaring strekker seg helt fra nyutdannede lærere til lærere med 35 års erfaring (Figur 3.1). Bredden i veiledererfaring strekker seg fra 1 til mer enn 10 år (Figur 3.2). Se intervjuobjektene for en detaljert oversikt over bakgrunnen til de fire veilederne som ble intervjuet.



Figur 3.1 Antall års lærererfaring blant respondentene på spørreskjemaet (n=53)



Figur 3.2 Antall sesonger med erfaring som veileder (n=53)

Til intervjuene ønsket jeg kun å rekruttere veiledere med mye erfaring. Jeg ønsket også at de fortsatt skulle være aktive i FLL-sammenheng slik at de kunne bidra med perspektiver som gjenspeiler dagens FLL-praksis.

Tabell 3.1 Beskrivelse av intervjuobjektene

Veileder 1	11 års veiledererfaring	Systemutvikler, introdusert for veilederrollen som forelder
Veileder 2	14 års veiledererfaring	Lærer i grunnskolen, Newton-lærer
Veileder 3	3-4 års veiledererfaring	Lærer i grunnskolen, Newton-lærer, Prosjektleder FLL
Veileder 4	10-14 års veiledererfaring	Lærer i grunnskolen, Prosjektleder FLL

3.3.2 Rekruttering

Det ble gjort en grundig og gjennomtenkt jobb for å sørge for rekruttering av relevante respondenter, samt å få stor svarprosent på spørreskjema. Spørreskjema ble sendt ut rett etter årets FLL-sesong, slik at tematikken skulle være friskt i minnet til årets veiledere. Først ble

undersøkelsen delt med respondenter innenfor målgruppa i mitt eget nettverk. De ble invitert til å delta, samt oppfordret til å dele skjema videre dersom de igjen hadde kontakter i målgruppen. Dette resulterte i en mengde svar. Dersom man ikke har en relasjon til de som skal svare på spørreskjema i en masteroppgave, er det mindre sannsynlighet for at de velger å svare på undersøkelsen (Gleiss & Sæther, 2021, s. 41). Siden jeg ikke ønsket å bli begrenset av at respondentene skulle overse en e-post fra en tilfeldig og ukjent masterstudent tok jeg kontakt med arrangørene for å få hjelp til å spre spørreskjema. Arrangørene hadde kort kontaktvei til respondentene mine siden de besitter kontaktinfo til alle årets veiledere. FIRST Scandinavia bidro med å sende ut en oppfordring til å delta i mitt spørreskjema på slutten av deres egne årlige nasjonale veileder-undersøkelse. Noen uker senere sendte prosjektlederne ut en tilsvarende ny oppfordring på e-post til de lokale veilederne som deltok på deres turnering. Arrangørenes oppfordringer resulterte i enda flere svar. Det var tydelig at mange veiledere ble oppmuntret til å delta når oppfordringen kom fra deres lokale prosjektleder.

I sum kan mine metoder for å rekruttere informanter oppsummeres kort med Gleiss og Sæther (2021, s. 40) sine tre strategier: direkte kontakt, snøballmetode, og portvakt. Målet med å kombinere alle disse metodene er å forhindre at alle deltakerne skulle tilhøre ett miljø, og bidra med lik innsikt. Faren med hver av disse strategiene er at de er basert på forskerens eget nettverk. I mitt tilfelle vil ikke dette være så betydelig, siden portvaktene er arrangørene, og at de har tilgang til å nå ut til alle landets veiledere. Det er også verdt å nevne at nettverket jeg har rekruttert og sendt «direkte invitasjon» til er veiledere spredt over hele landet, fra ulike arbeidsplasser.

Antall respondenter, samt måten spørreskjema ble delt på gjør at denne datainnsamlingen kan likne mer på et sannsynlighetsutvalg enn et ikke-sannsynlighetsutvalg. Ofte er målet med et sannsynlighetsutvalg å inkludere hele variasjonen som finnes innad i en populasjon for å kunne generalisere fra det utvalget som har svart på spørreskjema over til hele populasjonen av veiledere (Gleiss & Sæther, 2021, s. 39). Selv om jeg ikke hadde som formål å generalisere statistisk, hadde jeg interesse av å kunne skaffe meg et inntrykk av tendenser i norske veilederes erfaring med FLL. Derfor var det ønskelig å få svar fra et bredt spekter av teknologi- og robotveiledere. Figur 3.1 og Figur 3.2 viser et spenn som kan antyde at det har lyktes. I

veilederundersøkelsen fra 2021 (FIRST Scandinavia, 2021), oppdaget jeg at erfaringsbakgrunnen til respondentene der var relativt likt fordelt som respondentene i min undersøkelsen. Dette kan peke i retning av at de univariate analysene i min studie kan gi et nokså godt bilde på veiledererfaringer med teknologi- og robotdelen av FLL i Norge i dag.

For å kunne belyse forskningsspørsmål 2 «Hvordan kommer støttestrukturer til uttrykk i erfarne veilederes refleksjoner rundt veilederrollen i teknologi- og robotdelen av FLL?» måtte jeg ha intervjuobjekt som hadde ledet elever gjennom konkurransen en rekke ganger. Hensikten med intervjuene var å få belyst erfaringer, tanker og refleksjoner rundt veiledningspraksisen til erfarne veiledere. Jeg kontaktet fire erfarne veiledere som jeg har møtt på FLL-turneringer tidligere. De hadde tre fellestrekk som veiledere på konkurransedagen: Alle har hatt et tydelig engasjement for FLL gjennom mange år. Alle utstrålte en mestrings- og prosessorientert praksis. Dette kombinert med at de viste gode resultater gjorde meg nysgjerrig på å høre fra akkurat dem. Alle jeg tok kontakt med sa ja til å delta. Jeg spurte kun informanter med erfaring fra regionale og nasjonale turneringer gjennom flere år. 3 av 4 hadde også erfaring fra internasjonale turneringer. Med utgangspunkt i erfaringsbakgrunnen til de fire veilederne (Tabell 3.1 Beskrivelse av intervjuobjektene) antok jeg at de hadde noen refleksjoner rundt hva elevene kunne lære gjennom å delta i FLL, og at de kunne ha noen gjennomtenkte metoder for å støtte elevene gjennom prosessen.

Det er særlig to trekk ved de erfarne veilederne jeg opplever kan øke kvaliteten på datamaterialet. For det første har de erfaring fra en rekke varierte sesongtema og elevgrupper. Det gir dem nyansert innsikt som gjør at de kan skille hva som er betinget av rammene i FLL, og hva som er betinget av temaet eller elevgruppen de hadde de ulike sesongene de var veileder. Det andre er at alle har lyktes i å støtte lagene sine til gode resultater i konkurransen. Jeg tror det kan bidra til at de er trygge i intervjusituasjonen, og at de føler de har en erfaring som kan være verdifull for andre å høre. Det legger grunnlag for at svarene som blir gitt er genuine, og at de i liten grad prøver å svare det de tror forskeren er ute etter å høre. Dette gjelder også det de ikke synes har fungert så godt. Hvert intervju startet også med at det ble eksplisitt uttrykt fra intervjuer at studien var ute etter å høre hva slags erfaringer og tanker de

hadde – ikke å prøve å underbygge en forutinntatt mening eller bekrefte en antakelse. Jeg oppfattet dem som åpne og ærlige når de fortalte om metodene sine.

Det er viktig å presisere at data fra intervjuene ikke er representative for hele populasjonen av veiledere. Når jeg velger deltakere ut fra forhåndsbestemte kriterier beskriver Gleiss og Sæther (2021) det som et kriteriebasert eller strategisk utvalg. Slike utvalg er ikke-sannsynlighetsutvalg hvor man studerer en utvalgt del av veilederne. Ved å velge et ikke-sannsynlighetsutvalg av respondenter betyr det igjen at resultatene ikke kan generaliseres (Gleiss & Sæther, 2021). Hensikten er ikke å representere helheten, men å få innsikt i refleksjonene til akkurat erfarne veiledere.

3.3.3 Spørreskjema – utarbeidelse og gjennomføring

I dette kapitlet vil jeg beskrive hvilke bevisste valg jeg har tatt for å utnytte styrkene og minimere svakhetene ved å bruke web-basert spørreskjema. En av ulempene (Postholm & Jacobsen, 2018) er at det finnes svært mange av dem. Hyppige spørreskjema i mailinnbokser og facebook-grupper resulterer i at mange ikke velger å svare på dem. Det fører igjen til at representativitet og svarprosent ofte kan bli lav (Postholm & Jacobsen, 2018). Jeg skal beskrive hvordan jeg har jobbet for at denne svakheten ikke skal ramme min studie i slutten av kapitlet.

Jeg har valgt å bruke web-spørreskjema på grunn av enkelheten av å nå ut til mange respondenter på kort tid. Det er både fordeler og ulemper med dette. Én av fordelene er at du kan variere spørsmålsstillingen, og få tilgang til komplekse svar, uten av det krever noe arbeid fra respondentene (Postholm & Jacobsen, 2018). En annen fordel jeg har dratt nytte av er at et spørreskjema tilbyr asynkronalitet. Altså at forsker og forskningsdeltaker ikke trenger å være i kontakt eller sette av tid samtidig. Veilederne i undersøkelsen har kunnet svare på spørreskjema når de har hatt anledning over et tidsrom på rundt 1,5 mnd.

Jeg startet hele prosessen med å lage spørreskjema med å lese gjennom og studere spørsmålsstilling i veilederundersøkelsen til FLL. I tillegg spurte jeg om å få tilgang til svarene, slik at jeg kunne se hvilke typer svar man kunne forvente å få på ulike typer spørsmål. Siden jeg var interessert i data som gjenspeiler informantenes virkelighet ønsket jeg å kvalitetssikre

utformingen av mitt spørreskjema. Hvordan spørsmål og svaralternativer utformes har stor betydning for resultatene man ender opp med i en spørreundersøkelse (Postholm & Jacobsen, 2018) Jeg valgte ut noen få spørsmål med fritt tekstsvaer, men brukte ellers kun spørsmål med svaralternativer. Det var for å få mest mulig informasjon ut av minst mulig innsats fra respondentenes side. En annen av ulempene (Postholm & Jacobsen, 2018) trekker fram om web-baserte spørreskjema er mangel på interaksjon mellom forskeren og respondentene. Det kan gjøre at respondentene misforstår spørsmål, eller ikke har tilgang til relevante alternativer. Jeg har prøvd å minske denne svakheten ved å utarbeide et brukervennlig spørreskjema på bakgrunn av (Postholm & Jacobsen, 2018) sine 9 huskereglar for spørsmålsformulering.

(1) Jeg har *strebet etter enkelhet* gjennom å bruke kort og tydelig språk med enkle setninger. (2) Jeg har formulert spørsmål så konkret så mulig slik at de ikke skal kunne misforstås eller oppfattes ulikt hos de ulike veilederne. Jeg fikk sikret spørsmålsstillingen ved at en journalist jeg kjenner gjennomgikk spørsmålene for å sjekke at de var formulert slik at de spurte om det jeg hadde til hensikt å undersøke. Etter gjennomlesingen hans fikk jeg omformulert noen spørsmål og svaralternativ slik at de fungerte bedre. (3) Siden folk kan ha vanskeligheter med å huske langt tilbake i tid brukte jeg «sist gang du var veileder» for å hjelpe til med et konkret holdepunkt i svarene deres. (4) For å forsøke å unngå ledende spørsmål fikk jeg veileder til å lese gjennom intervjuguiden på forhånd for å se spesifikt på det. Selv om jeg hadde jobbet grundig med det kom det fram at noen var blitt ledende. Jeg fulgte råd om hvordan de kunne omformes til å bli åpne. Som masterstudent med relativt begrenset erfaring med utforming av spørreskjema og intervjuguide var det viktig å benytte seg av råd fra en mer erfaren forsker. Et annet grep som ble tatt var å sikre at det var «likevekt» med to svaralternativer på hver sier av «midtpunktet».

(5) Jeg valgte stort sett å unngå «vet ikke»-kategori på grunn av at alle respondentene har erfaring med det jeg spør om. Jeg har imidlertid to batterier med påstander i undersøkelsen. «Her kommer noen påstander om veilederrollen i FLL. Svar det du mener passer best», og «Ta stilling til spørsmålene med utgangspunkt i sist sesong du var veileder». Her ville jeg at respondentene skulle ha mulighet til å velge «vet ikke», slik at jeg kunne stole på at de som valgte «enig» eller «uenig» faktisk var det. Som en forlengelse av dette kommer (6) at man

verken må ha for få eller for mange alternativer. Forskingen til Preston og Coleman (2000, sitert i Postholm & Jacobsen, 2018, s. 182) viser at det er best å ha mellom 5 og 9 alternativer for at de både skal være enkle å forstå og gi stabile svar. Jeg har for det meste valgt fire kategorier, da jeg ikke ville ha «vet ikke»-kategori, og fortsatt ville ha to kategorier på hver side av midtpunktet for å unngå å lede spørsmålet til ene siden. Jeg hadde imidlertid en kategori med «i svært liten eller ingen grad» for at respondentene skulle oppleve at de kunne finne et svaralternativ som de kunne relatere til. (7) Jeg både startet og sluttet med «ufarlige» spørsmål. For at det skal oppleves greit å svare startet jeg med et enkelt spørsmål om antall sesonger som veileder. For at det skulle skille seg ut fra andre spørreskjema gikk jeg raskt inn i den interessante materien, allerede i tredje spørsmål med påstandsbatteri. Der kom jeg inn på (8) å variere retningen på spørsmålene. Ved å ha både positive og negative påstander må respondentene tenkte. De vil ikke ha anledning til å lande på en «ja-rekke» eller en «nei-rekke», men må bevege seg mellom både enig og uenig (Postholm & Jacobsen, 2018). Det gjør jeg for eksempel med påstandene: «Det er ikke nødvendig å ha kompetanse innenfor programmering for å være veileder», og «Man må ha mye kompetanse innenfor programmering for å være veileder». I tillegg er det også en nyanseforskjell mellom spørsmålene.

Huskeregelen 9 om å teste skjemaet var en del av prosessen som viste seg å være svært viktig. Etter at jeg hadde omformulert deler av spørreskjema på bakgrunn av tilbakemeldinger fra veileder og journalist piloterte jeg den. Spørreskjema ble pilotert på fire personer i målgruppen. Noen av dem kjenner jeg godt. Fordelen med at det var folk jeg kjenner fra før er at de var villige til å gjøre det grundig, og at de kom med ærlige og kritiske tilbakemeldinger. Vi drøftet sammen mange svaralternativer og behov for flere alternativer på noen spørsmål. Disse tilbakemeldingene førte blant annet til at jeg endret «i svært liten grad» til «i svært liten eller ingen grad» på svaralternativene. For å kunne stole på resultatene man får er det viktig at respondenten opplever at ett av alternativene stemmer (Gleiss & Sæther, 2021, s. 153). Dersom det er mangelfulle valgmuligheter på alternativer kan man risikere at noen svarer noe de egentlig ikke mener, fordi «ingen ting passet, men dette passet minst dårlig».

3.3.4 Intervju – utarbeidelse og gjennomføring

Jeg gjennomførte semi-strukturerte intervju. Det lot meg ha en retning for tema og spørsmål jeg ønsket å stille. Samtidig åpner det for interessante oppfølgingsspørsmål. Jeg var åpen for at informantenes bidrag kunne påvirke retning og interessefelt i intervjuet dersom det holdt seg innenfor interessefeltet i problemstillingen. Spørsmål til intervjuguide (Vedlegg 3 Intervjuguide) ble utarbeidet på bakgrunn av både analytisk rammeverk og univariat analyse av spørreskjema. I stedet for å stille spesifikke spørsmål om f.eks. algoritmiske problemløsningspraksiser og støttestrukturer, ble det stilt åpne spørsmål som kunne ende i svar som belyste de ulike rammeverkene. Målet var at spørsmålene skulle være åpne, og at de ikke skulle være ledene. Interessen i studien var å prøve å fange opp det som var viktig for veilederne, og å se hvordan algoritmisk tenkning og støttestrukturer ble nevnt når de selv skulle fortelle hvordan de jobbet. Det var forberedt mange hovedspørsmål og mange oppfølgingsspørsmål, for å sikre at spørsmålene var godt gjennomtenkte. Siden det opplevdes overraskende vanskelig å formulere spørsmålene slik at de unngikk å være ledende ville jeg ha flest mulig forberedte spørsmål også på oppfølgingsspørsmål.

På grunn av geografiske avstander mellom intervjuer og de erfarne veilederne foregikk alle intervjuer på lyd/bilde gjennom Zoom. Det gir en mer autentisk situasjon enn bare telefon. For intervjuer er det lettere å forstå svarene og det som ligger bak dem når man også får med kroppsspråk og gestikuleringer i det man hører svarene. Det ble tatt lydopptak gjennom diktafon-appen til nettskjema. Transkripsjon ble gjort umiddelbart i dagene etter intervju for å fange mest mulig av innholdet slik det var ment. Alle veilederne som ble intervjuet har jeg på ett eller annet tidspunkt møtt i FLL-sammenheng. Relasjon mellom forsker og informant er en del av intervjusituasjonen som kan påvirke hvilke data man får tilgang til (Gleiss & Sæther, 2021, s. 88). De kan ha lettere for å stole på at de blir forstått enn dersom forskeren er en fremmed utenfor feltet. Siden denne relasjonen allerede lå til grunn kunne intervjuobjektene fra start være trygge på at intervjuer forstod FLL-terminologi og de ulike delene av konkurransen.

3.4 Analyse

For å svare på forskningsspørsmålene har jeg benyttet to analysemetoder: univariat analyse av lukkede svar på spørreskjema, samt tematisk analyse av transkripsjoner fra intervju og de åpne spørsmålene. For å analysere data med hensyn på første forskningsspørsmål har jeg brukt deler av Weintrop et al. (2016) sin taksonomi for algoritmisk tenkning i matematikk og naturfag. På andre forskningsspørsmål ble rammeverket til van de Pol et al. (2010) med strategier for å bygge støttestrukturer brukt til å analysere data. I tillegg ble noen induktive koder tatt i bruk.

3.4.1 Univariat analyse av spørreskjema

På de lukkede spørsmålene i spørreundersøkelsen har jeg brukt univariat analyse for å kartlegge sammenhenger. Det er den enkleste formen for statistisk analyse (Gleiss & Sæther, 2021). Denne formen for univariat analyse går ut på å telle hvor mange respondenter som har svart hvert enkelt svaralternativ (Gleiss & Sæther, 2021). Selv om det er god oppslutning rund spørreskjemaet mitt er antall respondenter for lite til å kunne gjøre statistiske generaliseringer. Gleiss og Sæther (2021) påpeker at spørreundersøkelser likevel gir anledning til å få samlet inn synspunkter fra et større utvalg enn gjennom kvalitativ metode. Det åpner for å kunne kartlegge sammenhenger. Resultatene av disse svarene presenterer jeg i hovedsak gjennom sektordiagram og søylediagram, samt i løpende tekst.

Spørreundersøkelsens to åpne spørsmål har blitt analysert kvalitativt sammen med transkripsjonene fra de fire intervjuene. Dette skal jeg utdype i neste delkapittel.

3.4.2 Tematisk analyse av intervju og spørreskjema

Jeg har brukt det Braun og Clarke (2006) omtaler som en teoretisk, latent tematisk analyse. Hensikten med denne typen analyse er å gi en detaljert analyse av noen deler av datamaterialet. Analyseprosessen drives av forskerens teoretiske ståsted innenfor forskningsområdet. Det står i motsetning til at alle mønster skapes ut fra datamaterialet. Det jeg leter etter når jeg koder data er i all hovedsak preget av teoribakgrunnen jeg har brukt fra feltet, for å få svar på mine spesifikke forskningsspørsmål. I og med at jeg har vært åpen for å se hva slags sammenhenger og tema jeg kan finne i datamaterialet også, vil deler av analysen

være induktiv. I en tematisk analyse på latent nivå går man forbi det semantiske innholdet, og er ute etter å undersøke underliggende ideer, antagelser og ideologier som ligger bak det semantiske innholdet (Braun & Clarke, 2006, s. 84). For å holde styr på de ulike kodene, samt se sammenhenger på tvers av koder var det nødvendig å bruke analyseprogram. Jeg har brukt analyseprogrammet f4analyse som verktøy for å organisere data i kodeprosessen. I resultatdelen sammenfatter jeg dataene, og i diskusjonen beskrives temaene gjennom tidligere forskning og teori, for å vise hva de kan bety i en større sammenheng Patton (1990, sitert i Braun & Clarke, 2006, s. 84). Jeg har tatt utgangspunkt i seks steg fra Braun og Clarke (2006, s. 87) for å gjennomføre tematisk analyse:

(1) Bli kjent med datamaterialet. Jeg transkriberte data manuelt for å utnytte denne prosessen til å bli kjent med datamaterialet. Allerede under transkripsjonen fikk jeg notert ned noen stikkord og ideer til koder og interessante uttalelser i datamaterialet. Transkripsjonene har blitt gjort nøye, og ingen utsagn har blitt utelatt. Der det har virket som en beskrivende del av svaret har nøling og tenkepauser blitt tatt med i transkripsjonen. Der setninger har vært ufullstendige, eller de har gjentatt seg selv før de har gått videre har jeg noen steder unnlatt dette, da det ikke hadde påvirkning på resultatet eller analysen. Pauser og tegnsetting har blitt gjort i tråd med innholdet i talen. Det er viktig for at ikke innholdet i utsagn endres gjennom transkripsjonen. Jeg brukte nettskjema.no sin automatiske framstilling av resultatene på spørreskjema. Der leste jeg gjennom svarene på de åpne spørsmålene gjentatte ganger for å bli kjent med dem. Den første delen med å bli kjent med datamaterialet går parallelt over i neste.

(2) Utarbeide de første kodene. De første kodene ble utarbeidet på bakgrunn av analytisk rammeverk på støttestrukturer og algoritmisk tenkning ut fra litteratur relevant for problemstillingen. Hensikten med kodingen var å identifisere utvalgte deler av datasettet, nemlig det som kunne identifiseres som relevant for analytiske rammeverk for begrepene i forskningsspørsmålene. Jeg laget meg også nye og midlertidige koder for det jeg anså som interessant med hensyn til forskningsspørsmålene, men som ikke var en del av rammeverkene. Gjennom univariat analyse av spørreskjema kom det fram noen kategorier jeg ble interessert i å bruke som kode i de fire intervjutranskripsjonene. Disse kunne gi meg en grundigere

forståelse av disse kategoriene innenfor «opplevd læring». Da kom koder som «utforsking» og «samarbeid» opp. Det ble klart fra spørreskjemaets åpne spørsmål om frustrasjon blant elevene at lærerne beskrev flere forhold de opplevde som utfordrende for å støtte elevenes læringsprosess. Det gjorde at jeg laget en kode jeg kalte «forutsetninger for å bygge støttestrukturer».

(3) *Lete etter temaer.* I min analyse har temaene vært definert av teoretiske rammeverk og resultater fra univariat analyse av spørreskjema. Det kom fram at noen deler av de analytiske rammeverkene kom mer til uttrykk enn andre. Jeg la ikke bort noen planlagte koder, men tok det heller med som en del av funnene at deler av rammeverkene ikke kom mye til uttrykk. Noen deler av rammeverkene viste seg som mer avgjørende enn andre. Interessen i analysen har vært å finne de delene av datamaterialet som er av interesse for forskningsspørsmålene og begrepene i de analytiske rammeverkene. Det har vært interessant å undersøke hvordan datamaterialet bidrar til å belyse begrepene i forskningsspørsmålene. Jeg har imidlertid identifisert «forutsetninger for å bygge støttestrukturer» som en kode som senere ble et tema med egne koder under seg.

(4) *Gjennomgang av temaer.* Etter å ha gjennomgått transkripsjonene med de forhåndsbestemte kodene dukket det også opp andre koder. Mange av disse har blitt forkastet i løpet av prosessen. Eksempler på noen av de som har blitt igjen er «forutsetninger for å bygge støttestrukturer», «kompetanse hos læreren» og «utfordringer ved å bygge støttestrukturer». Datamaterialet ble deretter gjennomgått enda en gang for å plukke opp om de nye kodene også kunne identifiseres i de tidligere intervjuene. Etter hvert som tema ble analysert fram, ble resten av transkripsjonene og åpne spørsmål fra intervju gjennomgått på nytt med nye koder. Slik ble det mulig å oppdage koder og tema underveis, og så se etter sammenhenger i hele datamaterialet for de nye kodene. Siden noen temaer har blitt identifisert uavhengig av de analytiske rammeverkene er metoden også abduktiv. Ettersom jeg lette etter temaer kom utforsking fram som en åpenbar kode å dykke videre ned i. Da det kom fram at flere lærere forbandt FLL med å kunne jobbe utforskende, så jeg også at mange av kompetansemålene hadde med utforsking som verb. Det bidro til en vending i oppgaven, hvor det ble åpenbart at utforskende metoder skulle være med som en teoribakgrunn i oppgaven for å belyse første

forskningsspørsmål. Ved å ta nye gjennomganger av transkripsjonene etter hvert som mønster ble oppdaget, ble det mulig å se sammenhenger i datamaterialet med både de induktive og de deduktive kodene. Det ble gjort mange runder med systematisk koding av alle de ulike delene av datamaterialet.

(5) Definere og navngi temaer. For å sikre at jeg skulle komme fram til resultater som ble relevante for problemstillingen og forskningsspørsmålene endte jeg opp med å beholde de forhåndsbestemte temaene fra rammeverket. I tillegg brukte jeg to tema som jeg identifiserte ut fra analysen av datamaterialet, nemlig «opplevde læringsmuligheter» og «forutsetninger for å bygge støttestrukturer».

(6) Skrive ut resultater. Det er viktig at analysen formidles i resultatdelen med en grundig, sammenhengende, ikke-repetitiv og interessant oppbygning av historien jeg ønsker å fortelle (Braun & Clarke, 2006). Dette gjelder både innad i tema og på tvers av temaene. I likhet med andre artikler jeg har lest som har brukt samme type analyse, har jeg valgt å skrive resultatdelen ut fra en struktur som følger forskningsspørsmålene.

3.5 Analytisk rammeverk

For å svare på de ulike forskningsspørsmålene er det bruk for forskjellige rammeverk i analysen. Rammeverkene ble presentert i delkapittel 2.4.1 og 2.6.3. I dette kapitlet vil jeg imidlertid beskrive hvordan jeg har brukt dem i analysen. Operasjonalisering av analytiske verktøy skal bidra til gjennomsiktighet i studien. En fullstendig oversikt over tema og tilhørende koder er presentert i Tabell 3.2.

For å komme fram til resultater som kan være med på å belyse siste del av problemstillingen min om støttestrukturer, har jeg tatt utgangspunkt i van de Pol et al. (2010) sitt rammeverk for å analysere strategier for å bygge støttestrukturer. Siden en strategi inneholder både metode og intensjon, kodet jeg dette i to runder. Først så jeg etter metoder for å bygge støttestrukturer (tilbakemelding, hint, instruksjon, forklare, modellering, stille spørsmål ved). Deretter tok jeg for meg hver av de kodede passasjene på hver metode, for å analysere hvilke intensjoner

veilederne hadde med disse metodene (A) å hjelpe elevene å holde fokus på oppgavens mål, (B) kognitiv strukturering, (C) redusere frihetsgraden, (D) rekruttering, (E) frustrasjonskontroll.

Algoritmisk tenkning ble satt som tema på bakgrunn av forskningsspørsmål 1. Kodene innenfor temaet operasjonaliseres gjennom Weintrop et al. (2016, s. 135) sitt rammeverk for algoritmiske problemløsningspraksiser. De tar for seg datapraksiser, modellerings- og simuleringspraksiser, algoritmisk problemløsningspraksiser, samt systemtekningspraksiser. For å analysere forskningsspørsmål 2 benyttet jeg én del av dette rammeverket; «algoritmiske problemløsningspraksiser». De algoritmiske problemløsningspraksisene rammeverket beskriver er: (1) forberede et problem for algoritmisk tenkning (2) programmering, (3) velge effektive beregningsverktøy, (4) vurdere ulike tilnærminger/løsninger på et problem, (5) utvikle modulære gjenbrukbare løsninger, (6) lage abstraksjoner, (7) feilsøking og debugging.

Temaet *opplevde læringsmuligheter* ble utarbeidet på bakgrunn av forskningsspørsmål, mens kodene innenfor temaet ble laget på bakgrunn av respondentenes svar på spørsmålet «Hva opplever du at elevene kan lære av å arbeide med teknologi- og robotdelen av FLL?» i spørreskjemaet. Kodene ble deretter brukt for å analysere de erfarne veiledernes betraktninger rundt samme tema. Dette resulterte i fire koder: programmering, problemløsning og algoritmisk tenkning, utforsking. Også tema *forutsetninger for å bygge støttestrukturer* ble utarbeidet etter analyse av spørreskjema. Her kom kodene fra både intervju og spørreskjema.

Tabell 3.2 Tema med sine korresponderende koder. Brukt i analysen.

Tema	Koder
Opplevde læringsmuligheter	Programmering, problemløsning og algoritmisk tenkning, utforskning
Algoritmisk tenkning (Weintrop et al., 2016, s. 138-140)	Forberede en oppgave for algoritmisk løsning, programmering, velge effektive beregningsverktøy, vurdere ulike tilnærminger/løsninger på et problem, utvikle modulære gjenbrukbare løsninger, lage abstraksjoner, feilsøking/debugging
Intensjon med å bygge støttestruktur (oversatt fra van de Pol et al., 2010)	å hjelpe elevene å holde fokus på oppgavens mål, kognitiv strukturering, å redusere frihetsgraden, rekruttering, og frustrasjonskontroll.
Metode for å bygge støttestruktur (oversatt fra van de Pol et al., 2010)	Tilbakemeldinger, hint, instruksjon, forklaring, modellering, stille spørsmål ved.
Forutsetninger for å bygge støttestrukturer	Kompetanse, støttemateriell/kursing til lærere, utfordringer ved å bygge støttestrukturer

3.6 Kvalitet i studien – pålitelighet og gyldighet

I dette delkapittelet vil jeg reflektere over hvordan resultatene i oppgaven har blitt produsert. Masteroppgaven, i likhet med annen forskning, er både en prosess og et resultat (Postholm & Jacobsen, 2018). Med en transparent og grundig forskningsprosess vil jeg bidra til at leseren kan få presentert resultatene i riktig kontekst. I tillegg vil leseren settes i posisjon til å kunne vurdere om resultatene og konklusjonene i studien er relevante for seg og sin kontekst. Konklusjoner og resultater som trekkes i dag, vil kunne utfordres i framtiden ved at andre forskere benytter seg av andre perspektiver og metoder (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 219). Det betyr at kvaliteten i forskningen må vurderes ut fra hvordan kunnskapen har blitt produsert.

3.6.1 Pålitelighet

Det første som må diskuteres vedrørende kvalitet i studien er min posisjon som forsker. Delkapittelet om posisjonalitet skal sette deg i stand til å lese resultat og analyse i lys av mitt utgangspunkt som forsker. Jeg har reflektert over rollen min kontinuerlig gjennom hele

forskningsprosessen. Sammen med resten av delkapitlene i metoden skal prosessens transparente forklaringer bidra til økt pålitelighet i prosjektet. Andre forskere med andre bakgrunner ville kunne kommet fram til andre resultater med samme problemstillinger.

Ut fra et sosialkonstruktivistisk syn ønsker man triangulering for å få flere perspektiv som kan diskuteres opp mot hverandre (Gleiss & Sæther, 2021, s. 203). Hensikten er å kunne beskrive virkeligheten fra forskjellige vinkler, og skape seg et mer helhetlig bilde av det man studerer (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 236). Spørreskjema brukes i triangulering av data. Målet med triangulering av metode med spørreskjema og intervju i min studie er ikke å prøve å fjerne alle bias, men derimot å være balansert, og inkludere flere relevante synspunkter. Mange av spørsmålene som ble stilt på intervju ble stilt med utgangspunkt i resultater fra spørreskjemaet. På den måten kunne intervjuene utdype et allerede eksisterende synspunkt, eller gi stemme til en annen oppfatning enn den som kom fram i spørreskjema.

3.6.2 Gyldighet

Problemstillingen min er interessert i å få en bedre forståelse av et konkret fenomen: Læring og veiledningspraksis i FLL. Det er viktig at de som blir undersøkt har kompetanse til å si noe om det som undersøkes (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 226). I studien min ble invitasjon til spørreskjema og intervju kun sendt ut til personer som hadde veiledererfaring i FLL. Det var frivillig å delta i undersøkelsen, og det er naturligvis mange som har vært veileder i FLL som ikke deltar i min studie. Figur 3.1, Fig 3.2 og Tab 4.3 viser bakgrunnen til respondenter og informanter. Bredt spenn i antall års erfaring som lærer, samt bredt spenn i antall års erfaring som veileder bidro til at resultatene fra spørreskjema representerer mange stemmer. Det gir anledning til å få plukket opp mange ulike erfaringer.

Studiens validitet avhenger av at problemstilling, datamateriale og konklusjoner henger sammen (Gleiss & Sæther, 2021, s. 205). Mitt valg av metode er bare ett av mange valg jeg kunne tatt for å belyse problemstillingen. En annen høyst interessant metode jeg kunne benyttet meg av, hadde vært observasjon av FLL-økter der man fikk se samspillet mellom veiledere og elever. Svakheten med spørreskjema + intervju er at jeg får lærernes refleksjoner og tanker om egen praksis, men ikke det som faktisk skjer i klasserommene. Ved å ha valgt

observasjon + intervju i stedet, kunne jeg ha belyst problemstillingen på en annen og høyst interessant måte. En metode som kombinerte intervju med utvalgte veiledere i forkant av FLL-perioden, for deretter å observere deler av gjennomføringen kunne også bidratt til interessante svar på problemstillingen min. Paradoksalt nok var det ikke gjennomførbart for meg å samle inn data akkurat i de åtte ukene med FLL, siden jeg selv skulle følge opp mine elever som veileder i denne perioden. Alle informanter og respondenter i målgruppen min hadde også en travel periode med akkurat FLL. Derfor stod spørreskjema og intervju fram som metoder som kunne gi et godt datamateriale. Spørreskjema var åpent i 1,5 mnd. slik at veilederne kunne finne et passende tidspunkt å svare. Intervjuene ble avholdt etter årets konkurransesesong, slik at informantene lettere kunne prioritere å bidra til forskningsprosjektet. I andre studier gjort på FLL har det blitt trukket fram som en begrensning med studiene at veiledere/elever/foreldre deltar etter konkurransens slutt, og derfor kan være farget av begeistringen og gleden av selve konkurransedagen, samt egen prestasjon under konkurransen. I min studie vil jeg imidlertid framheve viktigheten av at veilederne kan se hele arbeidsperioden og rammene for arbeidsperioden i nytt lys etter å også ha vært med på selve konkurransedagen. For å kunne si noe om læring og veiledning gjennom perioden anser jeg derfor det som en fordel at datainnsamling og refleksjoner har blitt gjort etter endt turneringsdag.

Grundig utarbeiding, pilotering og bearbeiding av spørreskjema styrker påliteligheten til svarene. Det er også en styrke at 48/53 respondenter var lærere, som man kan forvente har kompetanse til å uttale seg om læringsmuligheter i skolen opp mot styringsdokumenter (FS1). Som med alle web-baserte spørreskjema var det også i mitt skjema vanskelig å få svar fra alle relevante respondenter. Med et såpass snevert utvalgs-kriterium som at man skulle ha vært veileder i teknologi- og robotkonkurransen i FLL anser jeg 53 respondenter som god oppslutning.

På de spørsmålene som omhandler kompetansemål anser jeg lærere som mer kompetente til å gi gyldige svar enn andre. Siden spørreskjema ble sendt til alle veiledere, var det ikke noen garanti for at alle respondentene skulle være lærere. I ettertid ser jeg at jeg kunne hatt et spørsmål helt i starten som luket bort alle respondenter som ikke er lærere på akkurat de

matrisene med kompetansemål. Siden bare 4 respondenter svarte at de ikke var lærere vurderer jeg dette til å ha liten påvirkning på svarene. Det gjør nok likevel at disse fire ikke nødvendigvis har forkunnskaper til å ha en formening om spørsmålene som omhandler kompetansemål innenfor programmering.

I min oppgave tar jeg bare for meg to av fire kategorier innenfor FLL. I undersøkelsen svarer nær sagt alle veilederne at de har veiledet elevene gjennom alle fire delene av konkurransen. Dette kan gjøre at noen av svarene som har blitt gitt ubevisst kommer fra veiledernes erfaringer fra andre deler av konkurransen. Det vises på noen deler av svarene fra spørreskjema, samt noen deler av intervjuene. Der jeg oppdaget det i intervjuene minnet jeg dem på at vi bare snakket om de delene av konkurransen som omhandler teknologi- og robotkjøring. Noen av svarene der de snakker om utforskning og problemløsning kan ubevisst være fra prosjekt- og kjerneverdidelen. På spørreskjema luket jeg bort de svarene som tydelig stammet fra andre deler av konkurransen slik at det ikke har blitt med i resultatene.

Siden det praktisk ikke ville latt seg gjøre å sende ut undersøkelsen kun til de veilederne som også er lærere, gjorde jeg ikke noe poeng ut av å skille på det. Siden bare 4 av 53 respondenter svarte at de ikke var lærere anser jeg svarene på undersøkelsen som relevante.

3.6.3 Generalisering

Siden datamaterialet i studien ikke er hentet ut fra et representativt utvalg, vil det ikke være mulig å si at resultatene og konklusjonene i min oppgave er statistisk generaliserbare (Gleiss & Sæther, 2021, s. 207). De kan likevel ha verdi utover den enkelte undersøkelsen fordi den bidrar til å belyse en liten del av feltet innenfor programmering og algoritmisk tenkning i skolen. Alt datamaterialet er hentet inn fra veiledere som har gjennomført konkurransen i Norge. Selv om datamaterialet er begrenset til 57 veiledere, kan konklusjonene ha relevans utover disse. For veiledere, skoleledere og arrangører av FLL kan studien bidra med økt innsikt i eget fagfelt, samt nye perspektiver på et fagfelt de allerede kjenner godt. Siden det er få deltakere i studien har jeg bøtt på denne svakheten ved en nøye redegjørelse for utvalg, datagrunnlag og metode. Dette sørger for at studien blir transparent, og at leseren har anledning til å avgjøre i hvilken grad resultatene og konklusjonene er relevante for dem.

3.6.4 Etikk

Jeg har gjort flere bevisste valg for å sikre etiske hensyn i studien. Studien har blitt meldt inn til SIKT, på bakgrunn av lydopptak under intervju. Jeg har fulgt retningslinjene som ble gitt av SIKT da de godkjente studien min (Vedlegg 1) for å behandle personvern. Det har ikke blitt innhentet sensitiv informasjon, og hensynene går på å ivareta anonymitet hos informantene. Det er kun jeg som kjenner identiteten til informantene. Lydfiler ble slettet etter transkripsjon, og transkripsjoner har blitt lagret på et lukket område. Videre har både informanter og respondenter i studien deltatt helt frivillig, og fått informasjon om hva som er studiens hensikt. Det ble innhentet informert, skriftlig samtykke fra alle informanter i forkant av intervjuene (Vedlegg 2).

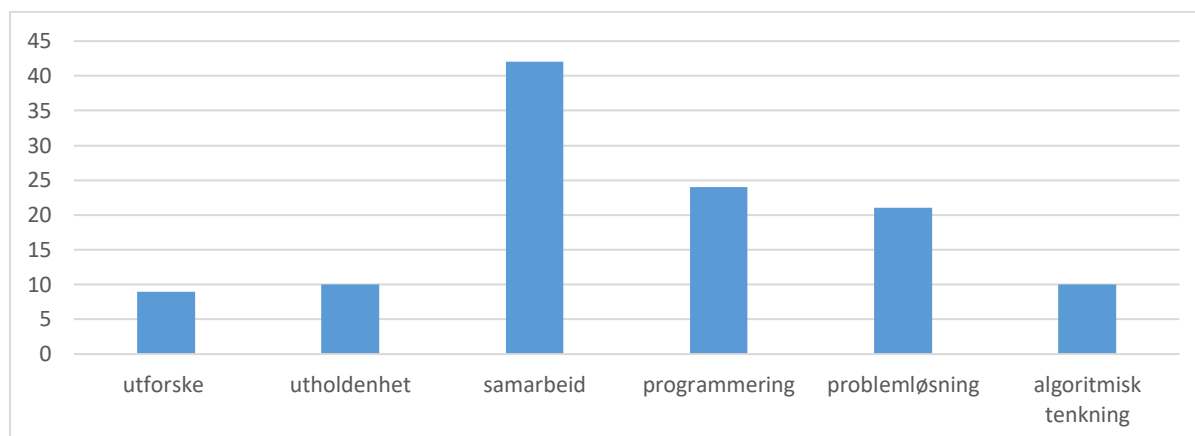
Til sist vil jeg understreke at jeg har vært bevisst på å forsøke å gjengi resultater fullstendig og i riktig sammenheng, og unnlatt å ta sitater ut av sammenheng. Det samme gjelder framstilling av resultater fra spørreskjema.

4 Resultater

Resultatene fra analysen av intervju og spørreskjema viser en oppfatning av at elevene kan utvikle seg både innenfor flere kompetansemål i programmering på 5. – 10. trinn, samt flere algoritmiske problemløsningspraksiser innenfor naturfag og matematikk. Veilederne har ulik oppfatning om hvor avansert programmeringskompetanse man kan forvente at elevene tilegner seg. Overordnet opplever de erfarne veilederne at det er viktig med klare rammer og struktur i prosessen, slik at elevene kan ha styring og ta avgjørelser innenfor disse rammene. De bruker mange ulike strategier for å lede elevene gjennom prosessen. Noen har også tanker om hva de kanskje burde gjort for å forbedre veiledningspraksisen sin.

4.1 FS1: Veiledernes opplevelser av læringsmuligheter i teknologidelen av FLL

Det kommer tydelig fram i spørreskjema at veilederne mener elevene kan lære et mangfold av ferdigheter innenfor algoritmisk tenkning gjennom å arbeide med teknologi- og robotkjøring i FLL: Samarbeid, programmering og problemløsning, samt algoritmisk tenkning, utholdenhet og utforskning (Figur 4.1). De nevnte også mange andre ferdigheter som lagarbeid, feilsøking, prøve- og feile, tålmodighet, planlegging, ta ansvar, muntlige ferdigheter og presentasjonsteknikk, samt å mestre stress og ukjente situasjoner.



Figur 4.1 De seks ferdighetene veiledere hyppigst tar opp på spørsmålet «Hva opplever du at elevene kan lære gjennom å delta i teknologi- og robotkonkurranse i FLL?»

4.1.1 Elevene kan lære algoritmiske problemløsningspraksiser gjennom FLL

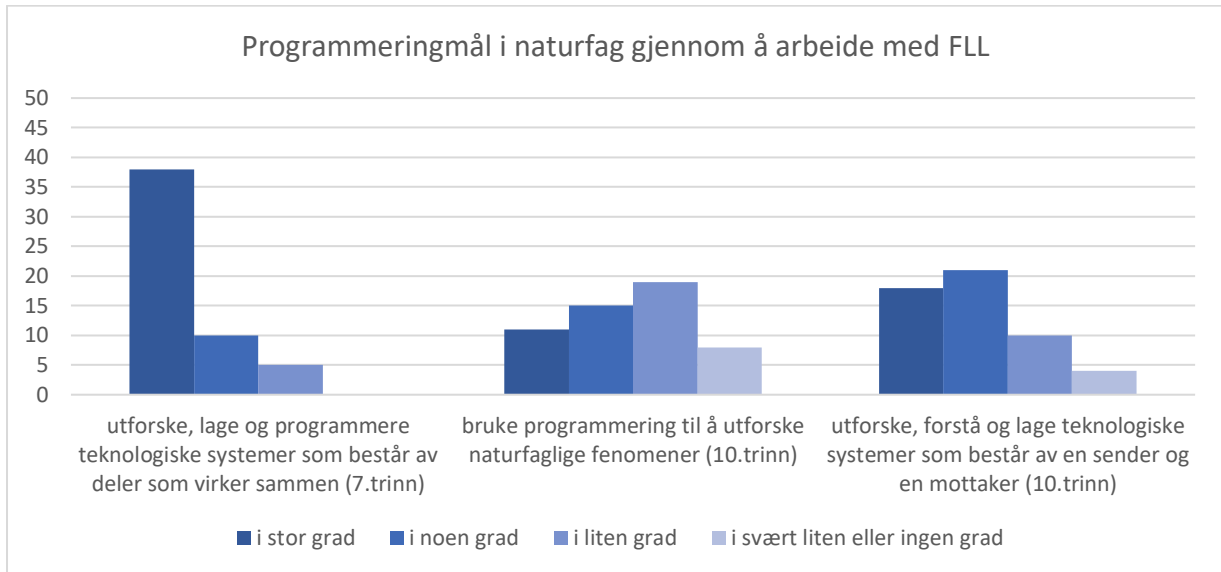
Spørreskjema avdekket forventninger blant veilederne om at elevene kunne lære både problemløsning og algoritmisk tenkning gjennom å arbeide med FLL. I de erfarne veiledernes

uttalelser ble fire av de algoritmiske problemløsningspraksiser i naturfag og matematikk identifisert: programmering, feilsøking/debugging, vurdere ulike tilnærminger/løsninger på et problem, og utvikle modulære gjenbrukbare løsninger. De tre siste praksisene (velge effektive beregningsverktøy, forberede en oppgave for algoritmisk løsning, og abstraksjon) var ikke framtrepende. Det er verdt å nevne at det er en glidende overgang/parallelle tilstedeværelse av de ulike praksisene, f.eks. at å programmere lyssensor involverer både praksis nr. 2, 4, 5 og 7. Under vil det presenteres kort hvordan disse praksisene kommer til uttrykk i svar fra spørreskjema, samt i uttalelsene til de erfarne veilederne.

Programmering:

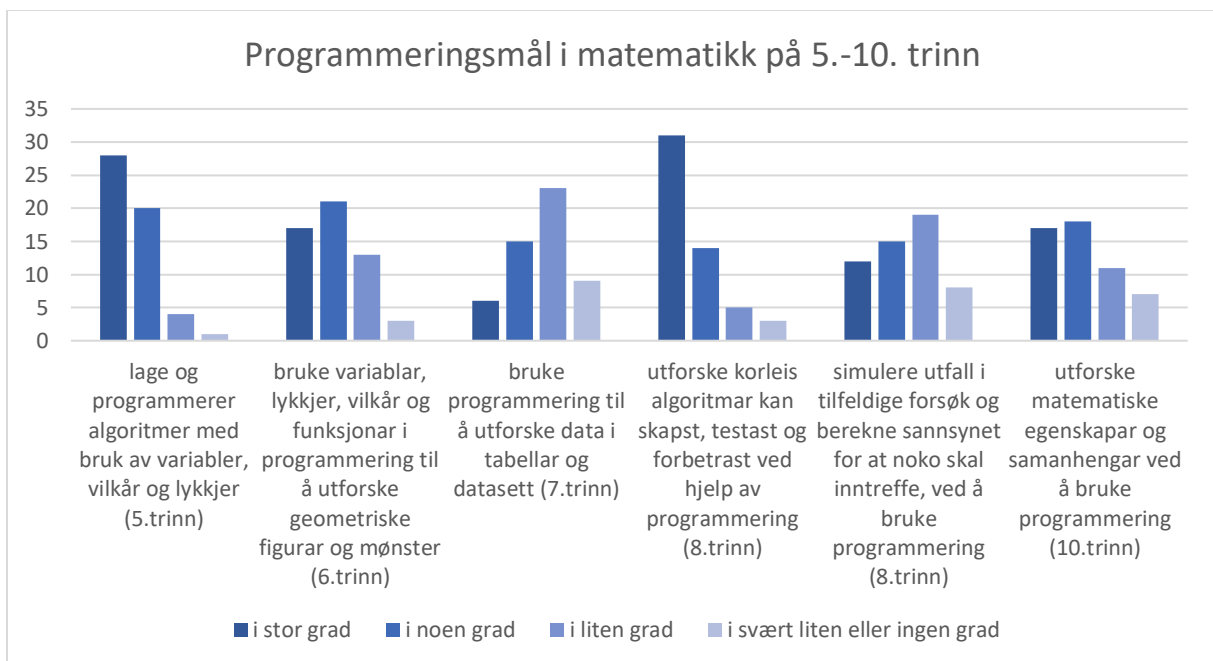
Respondentene på spørreskjema oppfatter FLL som en svært relevant arena å arbeide med programmering (Figur 4.2). De ser muligheter til å involvere programmeringskonsepter som variabler, løkker, vilkår og sensorbruk i robotprogrammeringen. Mange av kompetansemålene i programmering på 5. - 10. trinn anses som aktuelle å oppnå gjennom å arbeide med robotkonkurranse i FLL (Figur 4.2). Det er enighet om at elevene kan lære verdifull programmering i løpet av én sesong. De erfarne veilederne erfarer desto større utvikling hos elever når elevene deltar flere sesonger, hvor de kan bygge på kompetansen de fikk forrige sesong, og stadig utvikle seg fra sesong til sesong med mer og mer avansert programmering.

Gjennom spørreskjema fikk respondentene beskrive i hvor stor grad de opplevde at elevene kunne jobbe med de ulike kompetansemålene innenfor programmering i matematikk og naturfag på 5. -10. trinn gjennom teknologi- og robotdelen i FLL.



Figur 4.2 Stor variasjon i hvor aktuelle veilederne opplever naturfagkompetansemål ifm. FLL

På bakgrunn av en helning mot høyre i søylene som beskriver kompetansemålet «bruke programmering til å utforske naturfaglige fenomener (10.trinn)» ser vi at mange mener dette kompetansemålet i liten, svært liten, eller ingen grad kan oppnås gjennom FLL. Likevel det også lærere som mener man kan jobbe med det i stor eller noen grad. Veilederne viser ikke en omforent oppfatning rundt dette kompetansemålet. Det gjelder også noen av målene innenfor matematikk (Figur 4.3).



Figur 4.3 Varierte oppfatninger rundt hvor aktuelle programmeringsmålene i matematikk er i FLL

De kompetansemålene i naturfag flertallet av veilederne mener man når «i liten, svært liten eller ingen grad» er de som omhandler å bruke programmering til å utforske data i tabeller og datasett (7.trinn), samt å simulere utfall i tilfeldige forsøk og beregne sannsynligheten for at noe skal inntreffe ved å bruke programmering (10.trinn). Innenfor matematikk er det programmeringsmålene innenfor statistikk det er tvil rundt: bruke programmering til å utforske data i tabeller og datasett (7.trinn), samt simulere tilfeldige forsøk og beregne sannsynnet for at noko skal inntreffe (8.trinn) (Figur 4.3).

Det kommer fram i Figur 4.3 at noen kompetansemål oppleves mer relevant enn andre. Innenfor matematikk mente 87% at elevene i noen grad eller i stor grad arbeidet med «lage og programmere algoritmer med bruk av variablar, vilkår og lykkjer (5. trinn)», og 81% av veilederne det samme om «utforske korleis algoritmar kan skapast, testast og forbeholdt ved hjelp av programmering (8. trinn)». Til sammenlikning var det bare 38% av lærerne som mente man i stor grad eller noen grad arbeidet med kompetansemålet «bruke programmering til å utforske data i tabellar og datasett» (7. trinn). Av disse svarte bare 11% «i stor grad».

Både Veileder 2 og Veileder 3 opplever FLL som en viktig arena for at elevene i sine kommuner får kompetanse innen programmering. Veileder 2 ser på det som en selvfølge at de arbeider med kompetansemål-aktuelle kompetanser i robotkonkurranse, og uttaler at «Ja selvsagt, disse programmeringsmålene i matematikk og sånt. De blir oppfylt (...) Ja jeg tror jo at det er der [i FLL] de får hovedtyngden av å bruke programmering. Ellers er jeg ikke så sikker på at det er så mye programmering rundt omkring i skolen i vår kommune». Denne betraktningen støttes av erfaringene fra Veileder 3 og hans kommune gjennom følgende sitat: «Det er ingen tvil om at gjennom å jobbe med FLL at du kan nå programmeringsmålene i læreplanen. Ehm ... og hvis de ikke bruker FLL så er jeg litt interessert i hva de egentlig gjør ellers da?».

Samtidig som det er stor enighet om at programmering kan læres gjennom FLL, er det ulike oppfatninger av hva elevene skal og kan lære av programmering gjennom FLL. Et eksempel fra spørreskjema viser at «det er for vanskelig for elevene å programmere med gyro. Da vil det kun bli oppskriftsbasert, og ikke noe forståelse dersom de skulle tatt den i bruk», mens andre veiledere mener det er både ønskelig og mulig å lære også mellomtrinnslever å bruke sensorer

i FLL. Også mellom de erfarne veilederne er det ulikt syn på hvor avansert programmering man går inn i. Veileder 2 mener man kan forvente at elevene mestrer grunnleggende programmering (kjøre fram, tilbake, og svinge), mens både Veileder 1 og 4 har klare forventninger til at elevene kommer seg forbi det grunnleggende, og tar i bruk sensorer. Veileder 4 sier han ikke har noen spesifikke mål for hva elevene skal lære av programmering, og at prosessen går dit den går. Det vet man ikke på forhånd. Det kommer til uttrykk f.eks. på spørsmål om det er noen konkret programmeringskompetanse han tenker at elevens skal lære i løpet av konkurranseperioden. Da svarer Veileder 4: «Nei, det går som det går». Han uttrykker imidlertid at: «Målet mitt er jo at de skal ha utvikling fra A til Å». Likevel viser det seg at han har flere prinsipper for programmering parat om det skulle passe å lære det bort til elevene i prosessen, som konkrete programmeringsprinsipper fra kompetansemål innenfor programmering i matematikk på mellomtrinn.

Veileder 1 viser andre forventninger til elevenes programmeringsutvikling enn det vi har lest fra Veileder 2, og fra eksempelet ovenfor. Veileder 1 er helt klar på at «målet har vært å få dem til å være litt over det grunnleggende». Han mener grunnleggende programmering er programmering uten sensorer, og uten programmeringsstrukturer som «å lage løkker og if-setningene». Allerede fra de var veldig små ble de tatt med på å lage løkker, bruke if-setninger, samt bruke sensorer. Han understreker også at det var enkel bruk av sensorer, men at det likevel var bruk av sensorer. Den første sensoren elevene brukte var bevegelsessensor. Da husker han at elevene veldig tidlig hadde presentasjon der de forklarte løkker og sensorprogrammering av bevegelsessensoren. Også Veileder 3 uttrykker at han har et mål om at elevene skal på et litt høyere nivå enn det grunnleggende. I det legger han at elevene kan mestre «fornuftig bruk av sensorer, løkker/løkkeavbrudd, samt variabler etter hvert». Han er også helt klar på at han mener elevene kan lære programmeringsstrukturer som vilkår, betingelser, løkker, samt sensorbruk selv om de bare deltar én sesong, og selv om de er unge. «Det handler bare om at man må finne forklaringer de kan forstå» (Veileder 3). Han trekker videre fram et eksempel fra en annen veileder han har snakket med i forbindelse med å få elevene til å forstå hvordan man kan få roboten til å bruke gyrosensor til å rette seg selv opp igjen og kjøre helt rett: «Han dro ut og kjørte bil med dem. Og syklet med dem. For å vise hva som egentlig skjer med hjulene når du kommer ut av kurs. Hvis du sykler sakte – for eksempel.

Hva må du gjøre med rattet da? Og så koble det opp mot verdiene som du putter inn i kodene med gyro her da. Det var jo helt konge.»

Vurdere ulike tilnærminger/løsninger på et problem:

Det ble tydelig at elever ble oppfordret til å se på mange ulike løsninger på samme robotoppdrag. Både ved at mange elever løste samme oppdrag, og fikk se at ulike løsninger kunne føre til samme svar, men også ved at de programmerte med ulike blokker og likevel hadde samme plan for hvordan roboten skulle kjøre.

Utvikle modulære, gjenbrukbare løsninger:

Denne praksisen kom til uttrykk ved at elevene brukte kodeblokker på nytt igjen i nye program, f.eks. når de brukte sensorer for å løse «kjøre rett fram», og «svinge med gyrosensor». Det viste seg også gjennom at de kopierte disse kodesevensene videre senere i koden, og også videre til andre program til senere oppdrag.

Feilsøking og debugging:

90% av respondentene på spørreskjema mente at elevene har arbeidet med feilsøking og debugging i stor grad eller i noen grad gjennom å arbeide med FLL. Gjennom analysen blir det klart at de erfarne veilederne anser FLL som en aktuell anledning til å jobbe med feilsøking og debugging. Det utgjør en stor del av det elevene kan lære gjennom robotkonkurransen i FLL. Når roboten ikke gjør det elevene ønsker, kan feilsøkingen kreve at de endrer på maskinvare eller programvare. De får både arbeidet med feilsøking som prosess, og spesifikke ferdigheter innen å identifisere hardware/software-elementer innenfor LEGO-roboter som kan bidra til kluss i programmene. Gjennom perioden med robotkonkurransen får elevene erfaring med at et program trenger justeringer og perfektioneringer for at det skal bli stabilt og fungere godt. Det oppleves som en frustrerende prosess, og det er forskjell på hvordan elevene håndterer denne når de deltar én gang og flere ganger. Elevene arbeider både gjennom prøving/feiling og mer systematisk feilsøking. Noen veiledere opplever at feilsøkingen bærer preg av prøving/feiling, mens andre ser mer systematisk tilnærming til prosessen hos elevene. En av respondentene fra spørreskjema nevner «systematikk gjennom utprøving, testing og feilsøking». Samtidig antyder Veileder 3 en forventning om at elevene skal lære å feilsøke og

forbedre programmene sine slik at de fungerer godt. I tillegg til å lære feilsøking som prosess, viser analysen at det er mange konkrete hardware/software-problemer elevene kan lære og bli gode til å detektere.

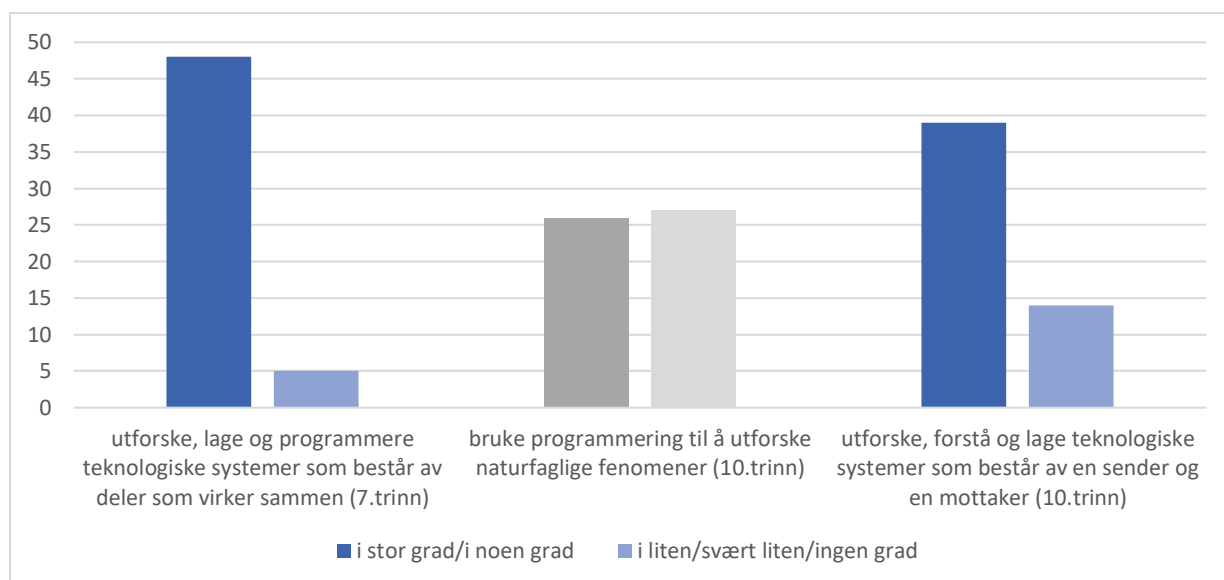
4.1.2 Ikke alle elever er mye involvert i programmeringen i FLL

På den ene siden er programmering en åpenbar problemløsningspraksis å utvikle som elev i FLL. På den andre siden er det ikke *alle* elever som deltar på FLL som deltar i teknologi- og robotkjøring. Noen lag deles opp i teknologi- og prosjektgruppe, mens andre lag gjennomfører alle deler av konkurransen sammen. Denne oppdelingen vil påvirke hver enkelt elevs mulighet til å utvikle ferdigheter i programmering. Der elevene tidlig deles i teknologi- og prosjekt vil det være en gruppe elever som ikke har mye tid til å utvikle programmeringsferdighetene sine gjennom FLL. I Veileder 1 sin gjennomføring får alle elevene én dag programmering sammen med Newtonlærer. Deretter fortsetter ei gruppe med robotprogrammering og ei gruppe med andre deler av konkurransen. Hos Veileder 3 er dette også kjent, men elevene arbeider lengre med både programmering og prosjekt før de deles opp i ulike grupper. Veilederne understreker at de ønsker å utsette «oppdelingen» av elever mellom prosjekt og teknologi for at flest mulig skal få innføring i programmeringsdelen. Hos Veileder 1 og Veileder 4 er praksisen at hele laget jobber med alle delene av konkurransen, både prosjekt og teknologi/robotkonkurranse. Selv om man kanskje kunne fått et bedre poengresultat på robotkamp med å spesialisere noen elever fra start, understreker Veileder 4 at dette ikke er interessant i skolen: «Det handler om to ting. Det handler om kompetansemål og at de skal nå disse, men det handler også om at jeg synes prosessen er mye viktigere enn produktet». På hans skole har elevene programmeringsferdigheter før de kommer til FLL. Det er progresjon i deltakelsen ved at skolen gjennomfører FLL i helklasse på mellomtrinn, for deretter å ta det et hakk videre på ungdomsskolen. På ungdomsskolen gjennomfører de det i valgfag teknologi- og design. Allerede på mellomtrinn har elevene møtt blokkprogrammering gjennom f.eks. Lær Kidsa Koding, og Campus Inkrement. Veileder 4 understreker at det er han som har stått for denne innføringen, og at de nok ikke hadde hatt programmeringserfaring i bunn før FLL om ikke han hadde gått inn for det.

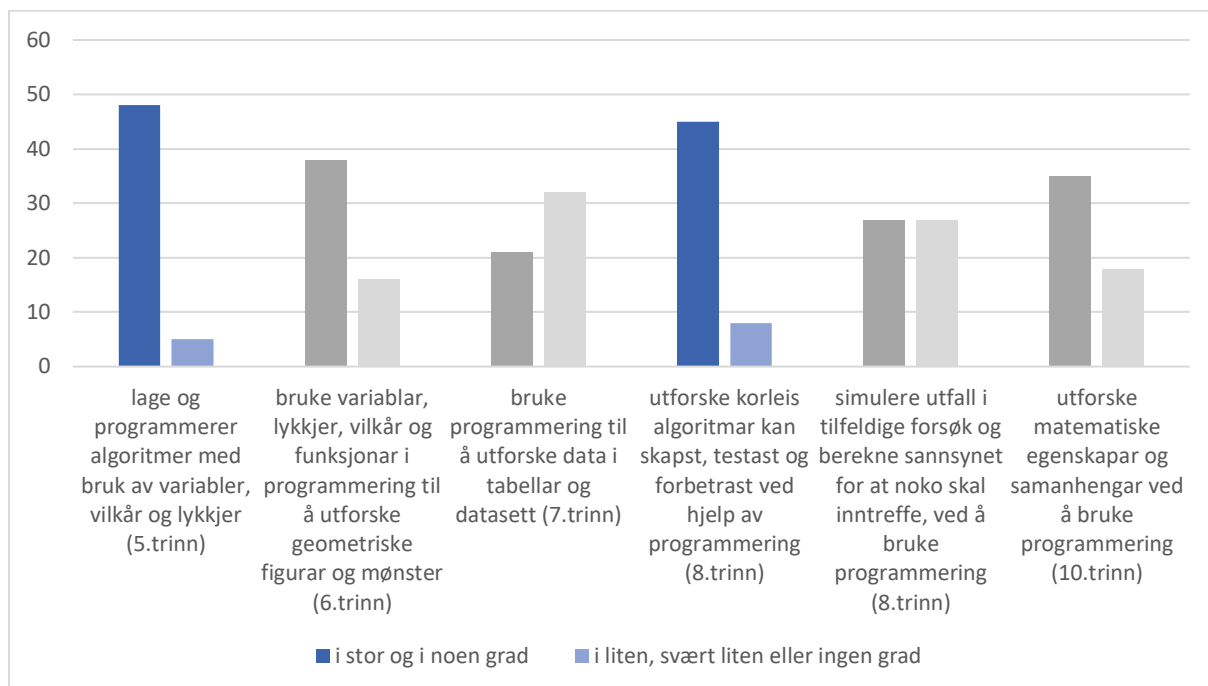
Etter en innføringsdag med Newton-lærer og programmering blir klassene hos Veileder 2 delt inn i robotgruppe og prosjektgruppe. I løpet av dag én er det et mål om at hele klassen skal ha fått et lite grunnlag, og forståelse for den enkleste programmeringen. Som å kjøre rundt, svinge, og manøvrering av robot. Robotgruppa kan vanligvis flere funksjoner med roboten, altså benytte seg av et større mangfold av kodeblokkene i LEGO-programvaren enn det de rekker på den første dagen. De fokuserer ikke på sensorer, selv om det «ikke nødvendigvis trenger å være så avansert å bruke sensorene».

4.1.3 FLL som anledning til å lære utforskning

En av ferdighetene veilederne anser som mulig å lære gjennom FLL er «utforske». Det understrekes også i kompetansemålene veilederne anser som aktuelle å arbeide med gjennom FLL. Det er fire kompetansemål veilederne kan virke til å være svært enige om at elevene kan oppnå ved å arbeide med FLL. Det antas på bakgrunn av at de fire kompetansemålene markert i blått i Figur 4.4 og Figur 4.5 har høy andel positive og lav andel negative svaralternativ. Av disse fire kompetansemålene inneholdt hele tre av dem verbet «utforske» som ledende verb. Figur 4.4 og Figur 4.5 viser en oversikt over hvordan svarene til respondentene fordelte seg på de ulike kompetansemålene da de fikk spørsmålet «I hvilken grad opplever du at elevene arbeider med disse kompetansemålene når de arbeider med teknologi- og robotdelen i FLL?»



Figur 4.4 Respondentenes fordeling av svar på de ulike kompetansemålene i naturfag



Figur 4.5 Respondenters fordeling av svar på de ulike kompetansemålene i matematikk

4.1.4 En rekke faktorer som kan begrense elevenes læringsmuligheter

Veilederne i spørreskjema bidrar med mange mulige grunner til at elevene opplever frustrasjon. Det kommer også fram flere forhold veilederne opplever som begrensende for muligheten til å bygge støttestrukturer. Noen av disse har med rammefaktorer å gjøre, mens noen har sammenheng med lærerens veiledning. Noen rammefaktorer menes også å ha betydning for muligheten til å drive god veiledning. De erfarne veilederne er helt tydelige på at elevene ikke tar skade av å oppleve frustrasjon. På den andre siden er de helt tydelige på at det er viktig å avhjelpe elevene med alle de små feilene som kan oppstå og som de kan stå fast på dersom de er uerfarne. Det kan virke som at de skiller mellom to typer frustrasjon: den som kommer av unødvendige problemer med robot, utstyr, eller blokker, og den typen frustrasjon som oppstår fordi man har tatt dårlige strategiske valg, eller har valgt en løsning på et problem som krever mye å få til. Gjennom spørsmålet «Hva opplever du kan være årsaken til at elevene opplever frustrasjon?» kom det fram at både respondenter på spørreskjema og de erfarne veilederne har mange tanker om frustrasjon blant elevene gjennom FLL-perioden:

For lite tid til å veilede elevene, eventuelt for mange elever å rekke over på én veileder

Det var mange respondenter på spørreskjema som trakk fram tid som en faktor som begrenset veiledningen deres. Det som var vanligst var å ha hatt ansvar for maks ett eller to lag. 93% av veilederne svarte at de på det meste hadde hatt ansvar for ett til tre lag. Det var mest vanlig at veiledere på det meste ha hatt ansvar for ett lag (46%), dernest to lag (36%) og så tre lag (11%). En veileder trakk fram at hen ikke fikk nok tid til å veilede alle elevene tilstrekkelig, som igjen førte til at elevene måtte holde på med feilsøking på egenhånd: «Mange elever måtte samarbeide rundt en robot, og det ga mange uenigheter og mye ventetid. Elevene hadde ikke nok kunnskaper på forhånd, og brukte mye tid på å finne ut av enkle ting. Roboten gjorde sjeldent det de ønsket». Sitat fra en av respondentene på spørreskjema illustrerer denne frustrasjonen:

«Einaste ynskje eg hadde var at eg kunne brukt meir tid på å assistert programmeringsdelen, å ha ansvar for alle fire delene av turneringa åleine, med 20 deltakarar, blei for mykje, dessverre gjekk dette utover den gjengen som klarte seg best på eigenhand» (Veileder spørreskjema).

Robotproblemer

Det at roboten oppfører seg ulikt med samme program trekkes fram av mange respondenter som en kilde til frustrasjon. Det presiseres med at program som fungerer dagen før ikke fungerer neste dag, og at det ikke fungerer fra én kjøring til neste kjøring. Det nevnes at «roboten ikke gjør som den skal», «roboten ikke går beint», «roboten var unøyaktig, og den går skjevt framover», «noe de fikk til i en økt fungerte plutselig ikke i neste», «et oppdrag som fungerer en dag fungerer plutselig ikke neste dag», «de klarer et oppdrag flere ganger på rad, og så virker det plutselig ikke neste dag». I tillegg nevner de at ulike startposisjoner ofte fører til problemer med et program som egentlig fungerer.

Utholdenhet hos elevene

En av respondentene svarer «mange klarer ikke å stå lenge i en utfordrende oppgave og gir lett opp», som en mulig årsak til at elevene opplever frustrasjon. Det er flere som er enige om at det lett oppstår frustrasjon hos elevene: «Når programmeringsferdighetene ikke strekker til. Men 10-åringer blir generelt lett frustrerte i møte med ny kunnskap. Å stå i den lette

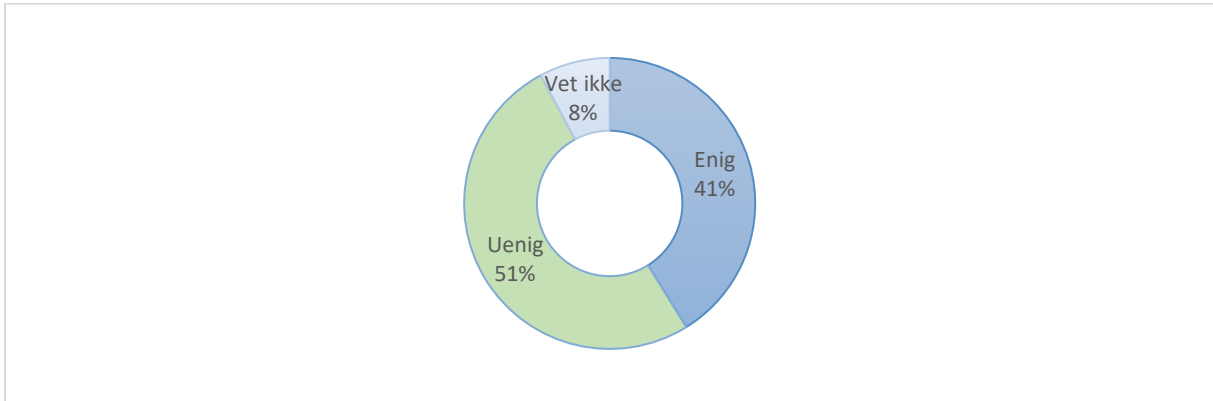
frustrasjonen som faktisk skaper læring er uvant for dem». «Dersom de sliter med en oppgave over lengre tid. Følelsen av å ikke få til det du hadde tenkt».

Antall ganger de deltar i FLL

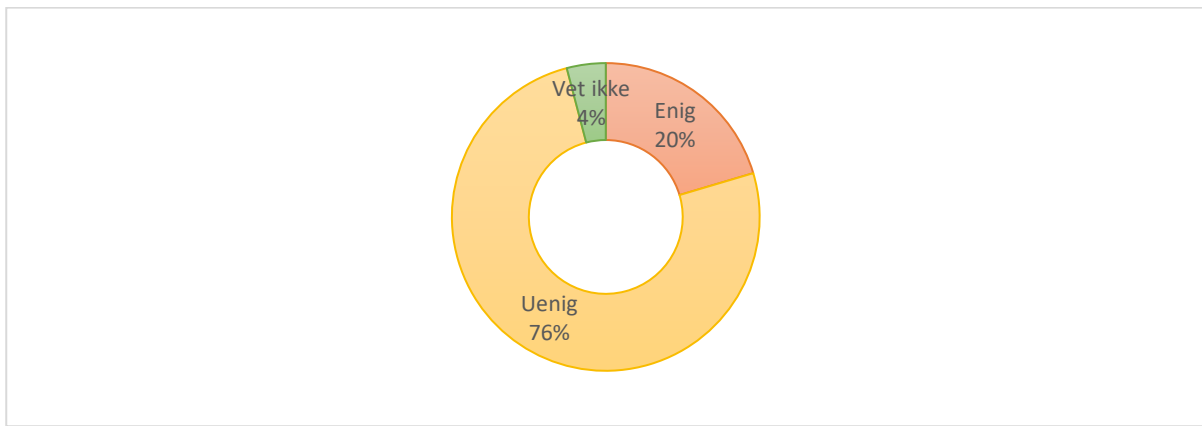
I spørreundersøkelsen kommer det fram at veiledere opplever en utvikling i elevenes evne til feilsøking og debugging ved å delta i konkurransen, og større utvikling jo flere ganger de deltar. På spørsmål om kilder til frustrasjon hos elevene svarte en veileder «Første gang elevene deltok på FLL, og de brukte mye tid på å forstå viktigheten av feilsøking og testing». Veileder 1 observerer at elevene tar med tidligere kompetanse inn i ny FLL-sesong. Ei jente som har vært med på FLL tidligere bruker løkker i koden sin. Han kommenterer dette hos eleven ved å si «Oi, har du programmert en løkke helt på egen hånd?», og hun uttaler «Ja, selvfølgelig har jeg brukt en løkke. Hvorfor skulle jeg skrive det tre ganger på rad når jeg kan lage en løkke med tre?». Han kommenterer i sammenheng med dette at han erfarer tydelig progresjon fra år til år når elevene deltar flere ganger, eller flere FLL-sesonger. Det er et tegn på at han ikke lengre bistår med denne strukturen, samt at jenta har internalisert støtten og tatt den med seg.

4.1.5 Ikke enighet rundt om det er nødvendig for veilederne å kunne programmering

Gjennom spørreskjema viser det seg at veiledere sitter med ulik oppfatning av behovet for programmeringskompetanse for å være veileder i teknologi- og robotkonkurransedelen av FLL. Selv om majoriteten av respondentene mener det ikke er nødvendig å kunne *mye* om programmering for å være teknologi- og robotveileder, mener halvparten av respondentene at det er nødvendig å ha programmeringskompetanse. 41% av veilederne i undersøkelsen mente det *ikke* var nødvendig å ha kompetanse, mens 51% mente at man måtte ha det (Figur 4.6). Videre kan vi imidlertid se at blant de samme veilederne var 76% enige om at det ikke var nødvendig med *mye* kompetanse innenfor programmering for å være veileder i teknologi- og robotdelen av konkurransen (Figur 4.7). Det er imidlertid verdt å merke seg at det også er 20% som mener man må ha mye kompetanse (Figur 4.7).



Figur 4.6 Det er ikke nødvendig å ha kompetanse innenfor programmering for å være veileder for teknologidelen av FLL



Figur 4.7 Man må ha mye kompetanse innenfor programmering for å være veileder

Gjennom intervjuene underbygget veilederne de delte meningene fra spørreundersøkelsen. Både Veileder 3 og Veileder 4 uttalte at det ikke er nødvendig med kompetanse – men at det heller ikke er en ulempe. Fordelene de så med det var at man kan avhjelpe elevene med enkle problemer som lett oppstår – og gi god veiledning dersom man selv har innsikt i det elevene jobber med. En veileder i spørreskjema trakk fram at elevene opplevde frustrasjon over at veilederen selv ikke hadde oversikt til å holde styr på alt: «En årsak til at elevene opplevde mye frustrasjon kan være at jeg selv var frustrert, da det rett og slett ble for mange ting å holde styr på». Veileder 3 trakk fram «struktur fra min side» som det viktigste en veileder kunne bidra med.

Om man skal oppsummere hva de erfarne veilederne uttrykker om støttestrukturer så er det å ha struktur og rammer det aller viktigste i prosessen. De mener det kan avhjelpe oppstarten dersom lærerne kan det helt grunnleggende om hvordan roboter og programvare fungerer, og at man kan prinsippene om hvilke blokker som brukes til å kjøre grunnleggende. Det bidrar til

at elevene ikke ville trenge å stoppe lenge opp for å streve med ting som egentlig er bagateller, som at robotene må lades, og at programmet har gjenkjennbare bugs. Når man ser hvilke strategier de erfarne veilederne bruker, er det mange av dem som har frustrasjonskontroll som intensjon. Gjennom intervjuene med Veileder 2 og Veileder 3 kommer det fram at det ikke bare er elevene som får veiledning. De legger også vekt på å gi støtte til lagenes veileder. Dette har de erfaring med fra stillingene sine som Newton-lærere.

4.2 FS2: Noen utvalgte veiledningsstrategier fra de erfarne veiledernes refleksjoner

83% av veilederne i undersøkelsen opplever at deres rolle som veileder i stor grad eller i noen grad har vært viktig i elevenes utvikling av programmeringsferdigheter. For hver av de tre ferdighetene fra FS 1 skal vi nå se på hvordan veilederne bygger støttestrukturer for at elevene skal utvikle seg innenfor disse: programmering, feilsøking/debugging og utforsking. Datamaterialet viser en rekke strategier som tas i bruk av veilederne. Her presenteres noe få av dem, for å ha anledning til å beskrive dem utfyllende. Til tross for at samarbeid er det flest veiledere forventer at elevene skal få ut av FLL (Figur 4.1), beskrives ingen veiledningsstrategier eller eksplisitt veiledning i retning av å bli gode på samarbeid.

Generelt for alle de erfarne veilederne er at de har en klar strategi om å gi instruksjon og forklaring på et hensiktsmessig tidspunkt. Veileder 3 uttrykker at han etter flere år som veileder i større grad enn før tenker på «når er det behov for hva innenfor opplæring på robot». Dette kan være undervisning, det kan være en kode de skal utforske selv, eller det kan være en modellering av hvordan kodesekvensen for å kjøre rett linje med gyro fungerer med sykkel og bil ute i skolegården.

Den andre klare fellesnevneren for alle de erfarne veilederne var at elevene skulle være drivere i prosessen. Det var viktig for dem at elevene skulle ha påvirkning på hva slags løsninger de valgte på programmeringen, og at de skulle få oppdage og tilegne seg kunnskap selv gjennom utforsking. Mange av dem brukte elevenes debuggingsprosess som tidspunkt til å komme med instruksjon og forklaring av nye ferdigheter, dersom elevene ønsket det.

4.2.1 Ulike strategier for å støtte elevene i programmeringen

Elevaktiv utforsking over lærerstyrt instruksjon

De erfarne veilederne bruker elevaktiv utforsking av programmeringskonsepter med utgangspunkt i kursrekker i LEGO-programvaren, enkle instruksjonskurs, forklaringsvideoer på YouTube og egenproduserte maler for kodesekvenser for f.eks. fargesensor og gyrosensor. Veileder 1 og Veileder 4 understreker at elevene kan utforske dette på egenhånd med utgangspunkt i slike ressurser, og at veilederne derfor ikke er avhengige av å ha programmeringskompetanse, men at du må kunne manøvrere i programvaren. Samtidig uttrykker de at «det ikke er nødvendig, men ikke en ulempe å kunne litt selv» (Veileder 2), og at «det er det at de trenger hjelp når de står fast» (Veileder 1). Veileder 3 er i utgangspunktet enig, men har samtidig erfaring med at det er behov for helt grunnleggende kompetanse for å kunne veilede elevene hensiktsmessig: «Hvis du ikke vet det helt grunnleggende om hva du kan få roboten til å gjøre, så blir ofte elevene stående i stampe pga. mange små hindringer underveis. Og hvis ikke vi klarer å hjelpe med relativt enkle ting, så opplever du at progresjonen til elevene tar veldig lang tid(...) Hvis dette er noe de må finne ut av selv.» Dette kan være å unngå de vanligste fallgruvene ved å: slå på robot, forstå programvaren, ha en oppladet robot, vite at programvaren av og til må oppdateres, hvilke blokker som hører sammen, ta skjermbilder og back-up av programmer som lett blir borte. Veileder 1 og Veileder 3 har begge erfaringer med at det fungerer godt å gi elevene et absolutt minimum av instruksjon før de får gå i gang med å utforske robotprogrammeringen selv. Tidligere hadde de større fokus på å skulle lære elevene ulike programmeringskonsepter (f.eks. å benytte sensorer), men at de så at elevene ikke kunne anvende det når det trengtes dersom instruksjonen kom før de hadde behov for det. Både Veileder 1 og Veileder 3 har tidligere kjørt lærerstyrt instruksjon for å starte FLL-sesongen med å lære elevene det de visste de kom til å kunne møte på etter hvert som de startet å programmere oppdrag. Dette ser de i ettertid på som en mislykket metode. Det ble spesielt trukket fram i et eksempel fra Veileder 3 der elevene skulle lære å bruke gyrosensor for å ha det som forkunnskap til FLL-perioden. Som Veileder 3 uttrykker: «Jeg har flere sesonger prøvd å lære dem opp i ferdigheter jeg vet at de trenger. Og så gjør dem disse oppgavene, det ser kjempebra ut, og så skal de begynne å gjøre oppdrag og så er alt glemt».

Veileder 4 sier han har god erfaring med å gi elevene en ferdig kode med gyro-program i stedet for å ha en instruksjonssekvens foran tavla. Denne koden fungerer til noe, men for at den skal fungere bedre må den justeres. Den har for eksempel helt feil fart. Gjennom å endre på parameter i koden og teste hva roboten gjør, får de selv utforske hva som skal til for at den fungerer. Veileder 4 bidrar kun med guidende spørsmål underveis hvis de blir rådville.

Veileder 3 ser også at helt elevstyrt prosess ikke vil føre til at elevene lærer mest mulig innenfor programmering. Han mener det er nødvendig at han blander seg inn i elevenes programmeringsprosess dersom de skal oppdage at det er mulig å bruke f.eks. løkker og variabler. «Det er jo et mål. Men jeg ser at det ... det krever mye mer retning på den undervisningsbiten, tror jeg. Sånn at de oppdager at dette er en mulighet. For det er ikke nødvendigvis sånn at de skjønner dette selv.» Han mener også at man kunne vært flinkere til å spesifisere hva elevene bør lære inn mot kompetansemål, men at han ikke er i tvil om at FLL er med å bidra til mer og økt kompetanse på programmering. I likhet med Veileder 3, ser Veileder 4 sitt snitt til at elevene skal få utvikle seg – når elevene først er kommet i gang med arbeidet:

Veileder 4: «[om elever på mellomtrinn] Jeg føler jo at de blir mer nysgjerrige etter hvert til å ta det videre. Og så er det veldig fint inne på Campus Inkrement (matematikkressurs). (...) Det er en god overgang til akkurat det vi driver med her [FLL]. Noen ganger er jeg inne og ser hvem som ikke kan løkker, og har de samme blokkene repetert under hverandre i koden sin. Da prøver jeg å få dem til å bruke en løkke i stedet for. Men (...) jeg endrer ikke noe i koden, bare i forståelsen. Jeg tar ikke over programmeringen.»

En del av støttestrukturene som brukes av erfarne veilederne er å stille elevene spørsmål i stedet for å gi dem svar. Veilederne snakker mye om å stille elevene spørsmål slik at de må tenkte, og at de ikke får svar hos veilederen på hva de skal gjøre. Det kan være hvilke oppdrag de skal løse, hvorfor de har bestemt seg for at et oppdrag er godt nok, hvorfor de har bestemt at et oppdrag er for vanskelig. Eksempler på spørsmål som stilles:

- Hvorfor valgte du å gjøre det på denne måten?
- Hvorfor tok du de valgene du tok? Hvorfor skal roboten starte akkurat der?

- «Hvor mange ganger må programmet fungere for at dere skal være fornøyde? Er dere fornøyd hvis det fungerer halvparten av gangene? (Veileder 3)»
- Hva trenger dere å lære av nye ferdigheter for å klare å gjennomføre disse oppdragene?
- Hva er grunnen til at dere mener dette oppdraget er for vanskelig?
- La elevene få ta alle beslutninger, men kreve at de begrunner valgene sine.
- Stille spørsmål ved hva som skal til for at en kode er fra nok. På den måten kreve at elevene både tester og forbedrer kodene sine.

Bruke debuggingsprosessen som anledning til å lære elevene nye programmeringsferdigheter

De erfarne veiledernes utsagn viser en metode som handler om å drive eksplisitt forklaring og undervisning og demonstrasjoner av nye ferdigheter når elevene er i en prosess hvor de trenger å fikse problemer i koden sin. Her er det anledning for veilederne til å vise elevene mulige løsninger som de ikke visste fantes. Dette kan være å bruke sensorer, eller å innføre programmeringsprinsipper de ikke visste om for å forbedre og forenkle kodene, f.eks. løkker. Det oppstår stor frustrasjon hos elevene når de finner ut hva som er feil, men ikke vet hva som kan gjøres for å forbedre koden. Selv om de erfarne veilederne er opptatt av elevstyrt utforskning, mener Veileder 3 at elevene må få innsikt i mulighetene som ligger i sensorer og kodestrukturer, dersom de skal ha anledning til å være kreative. Han uttrykker at det er nødvendig å kunne teori for å være kreativ i det praktiske arbeidet. Følgende eksempel illustrerer dette: Veileder 3 hadde noen elever som hadde kjørt samme program (bokstavelig talt) 100 ganger, og det fungerte ca. 30% av gangene. De hadde ikke klart å forstå gyro-sensor tidligere da de jobbet med det på starten av FLL perioden. Etter å ha fått høre fra veilederen sin at programmet kunne fungere 100% av gangene dersom de lærte seg å bruke gyro, ble de helt overbevist om at de ville lære seg det, og som Veileder 3 uttrykte «da gikk det an å lære dem gyro på null komma niks». Et annet eksempel er fra Veileder 4, som gikk inn i prosessen underveis og så på hvordan elevene kodet repeterende blokker. Han så at noen ikke hadde benyttet seg av løkker overhodet, og brukte prosessen med å forbedre kodene som anledning til å vise dem fordelene med å bruke løkker. Senere så han at elevene begynte å bruke det på egenhånd videre.

4.2.2 Støttestrukturer for å støtte elevenes feilsøking/debugging

Ingen av veilederne forteller om konkrete læringsaktiviteter der feilsøking og debugging undervises systematisk. Eksemplene de kommer med viser likevel at de ser an situasjoner, og er tett på elevene for å støtte dem i prosessen.

Lede elevene gjennom feilsøkingprosessen i stedet for å gi dem svaret på hva som er feil

En strategi for å utvikle elevenes evner til å feilsøke systematisk er at veilederne leder dem gjennom en modellering av feilsøkingprosessen når de står fast i stedet for å si hva som er feil. Dette finner man igjen i flere av veiledernes praksis, f.eks. ved feilsøking av linjefølgning hos Veileder 1, og en robotarm i feil posisjon hos Veileder 3. Veileder 3 beskriver hvordan elever på et lag han var på besøk hos som Newton-lærer konkluderte med at flere roboter var ødelagt, fordi robotene «oppførte seg helt crazy», og gjorde forskjellige ting hver gang de startet akkurat samme kode. Han så med én gang hva som var feil, og veiledet elevene gjennom en feilsøkingprosess der de endret på parametere i koden sin slik at de til slutt selv oppdaget hva som var feil. Elevene og elevenes egne veiledere hadde hatt en teori om at roboten var ødelagt, og prøvde derfor andre roboter. Konklusjonen ble at disse også var ødelagte. Veileder 1 så at de hadde konkludert helt feil, og skjønnte med én gang hvorfor koden ikke fungerte. Elevene mente roboten var «helt crazy» fordi den av og til fungerte slik de ønsket, og av og til ikke. Egentlig var det en robotarm som stod i forskjellig posisjon når de startet. Av og til bidro det til at robotens hjul ikke rakk ned i bakken, mens av og til kjørte den helt fint. I stedet for å gi dem svaret på hva som var feil, ba han dem om å kjøre programmet fem ganger og se hva som skjedde. Tilfeldigvis fungerte det fem ganger. Så ba han dem om å sette ned robotarmen slik den av og til hadde stått da de testet og ikke fikk den til å fungere. Da fungerte det ingen ganger. Til slutt rakk ei jente opp hånda og hadde en idé om at det kanskje bare var posisjon på robotarmen som gjorde at roboten ikke kjørte. Liknende eksempler med at veilederne stiller spørsmål for å lede elevene fram til å skjønne svaret selv finner man også i de andre veiledernes praksis. Veileder 1 har reflektert rundt hvor detaljert det er hensiktsmessig å lære elevene feilsøkingstrategier. Han har bakgrunn som systemutvikler, og kan mye om programmering fra yrket sitt. Han har flere idéer til feilsøkingsteknikker fra programmeringsfaget som han kunne lært elevene: «(...)det er litt mer som fag. Men du har lyst til at de heller skal oppdage det selv» (Veileder 1). I frykt for å farge elevenes prosess for

mye har han imidlertid ikke gjort dette i stor grad. Det er felles for alle veilederne at de heller gir hint om hva elevene kan teste for at elevene selv skal oppdage feilen, enn å si til elevene hva som er feil. For å bestemme hvor godt et program må være for å erklære feilsøkingprosessen for over har Veileder 3 gjerne spurt elevene om hva de mener. Det ene året bestemte eleven seg for at 8/10 var bra nok til at det burde fungere på konkurransen. Da testet, feilsøkte og debugget de alle kodene sine til programmet fungerte 8/10 ganger.

Veileder 3 uttrykker en tanke om at han kan bygge en ramme for å løse robotoppdrag der elevene får en forventning om at et program ikke er ferdig før det fungerer godt. Også veileder 1 har konkrete tanker om at det finnes forventninger til at elevene må stå i feilsøkingprosessen til programmene er gode. Han har konkrete tanker om hvordan han kunne lært elevene en feilsøkingssprosess i tråd med programmeringsfagets feilsøkingsteknikker. Han nevner imidlertid også her at han ønsker at elevene skal oppdage mest mulig selv: «Altså i programmeringsfaget har du et helt sett med teknikker for hvordan du feilsøker (...) sånn som enkle ting som at robot lager lydsignal etter de første fem blokkene. Slik at du vet hvor roboten er. Eller at den stopper. De tingene som er litt mer som fag. Men du har lyst at de skal oppdage det» (Veileder 1).

4.2.3 Strategier for å støtte utviklingen av elevenes evne til å utforske

Lage en konkret modell av hele prosessen for at elevene skal få frigjort mental kapasitet

Alle veilederne samler lagene rundt robotbordet for å diskutere de ulike oppdragene. Hos Veileder 1 blir elevene bedt om å lage en plan for hvilke oppdrag de skal løse, og hvilken rekkefølge de skal gjøres i. Veileder 4 gjør også det, men har flyttbare bilder som visuell presentasjon av alle robotoppdrag på veggen. Elevene velger de oppdragene de har tenkt å løse, og så lager de en visuell pseudokode på veggen over hva de har tenkt å gjøre på robotbanen. Deretter lager de tidsfrister for når oppdragene skal være ferdige, og bruker dette som mental ramme for hvor fokuset skal settes inn. De erfarne veilederne uttrykker at det viktigste de kan gjøre er å skape struktur, og lage gode rammer for elevenes arbeid. De beskriver at de må lage tidsfrister, skape rom for at elevene skal få ta egne avgjørelser i prosessen, samt styre elevene der elevene ikke enda har forutsetninger for å lede seg selv. Tidsfrister på ei tidslinje ble brukt av Veileder 1.

De lar elevene planlegge en strategi ut fra egne forutsetninger for å samle robotpoeng

Veilederne legger stor vekt på at nye lag trenger hyppige mestringsopplevelser, mens de erfarer at lag som har deltatt før har større evne til å holde ut når ting blir vanskelige. «Når de er helt ferske og når de er yngre, så er det viktigere at de bare tar én ting av gangen og får mestring tilbake» (Veileder 1). De understreker også at mange elever kan løse samme oppdrag for å oppleve mestring og glede ved å få poeng, selv om laget bare skal bruke én av løsningene i konkurranse. Da er det mer vanlig at de står rundt robotbordet og lar elevene finne ut hva de mener er fornuftig å starte med – med den kompetansen de har til nå. Dette er også et grunnlag for at elevene får sette ord på hva de mener de bør lære seg for å kunne realisere strategien sin. Elevene lager sine egne mål for hva de har lyst til å lære, og utvikler sammen med lærerne en ramme for hvilke ferdigheter som må utforskes og læres. Denne utforskningsprosessen består for mange av dem av perioder med eget arbeid, etterfulgt av perioder med samtaler og diskusjoner med veilederne. Veilederne er bevisste på at de skal lede elevene inn i utforskningsprosesser som de har forutsetninger for å mestre. Samtidig som at elevene skal få eierforhold og bestemme selv hvilke oppgaver de ønsker å gjøre på robotmatte, er det viktig at de går i gang med oppgaver som står i forhold til deres egen kompetanse. For nye lag uten erfaring reduserer ofte lærerne frihetsgradene og lar dem velge selv mellom de nærmeste oppdragene. På erfarne lag får elevene i større grad legge strategi og planer, for så å beskrive hva de trenger å lære for å oppnå dette.

Loggskrivning og refleksjonsoppgaver som veiledningsstrategi

Metakognisjon kan bidra til å utvikle seg innenfor prosess. Her trekkes loggskrivning fram fra Veileder 3. F.eks. «Hva har du lyktes med i dag?». Refleksjonsspørsmålene bør variere, og de må kreve at eleven tenker over arbeidet sitt for å kunne svare. Og at disse refleksjonsspørsmålene kan vise vei for hva som bør utforskes neste time. Veilederne beskriver logg som en måte å få elevene til å «huske hva de har gjort». Når de har skrevet logg brukes også dette i forberedelse til teknologipresentasjonen. De bruker kriteriene i dommerskjema som ramme for hva elevene skal reflektere over og hva utforskningsprosessen deres bør inneholde. Veileder 3 beskriver arbeidet underveis i prosessen som en slags delvis steg-for-steg forberedelse til robotpresentasjonen. Veileder 1 beskriver også at de har prøvd å ha små

og korte presentasjoner som en naturlig del av arbeidsprosessen gjennom hele FLL-perioden. Veileder 2 tenker at han kanskje kunne forberedt dem til teknologipresentasjon i større grad enn det han har gjort hittil. Der har han ikke lagt noe særlig vekt på veiledning. Han har likevel klare tanker om hva som kunne bidratt til at laget gjør det godt på presentasjonene: å legge forberedelsene til presentasjonene opp rundt kriteriene på dommerskjema. Veileder 4 sier at de deler inn robotgruppa sent i konkurranseperioden, slik at de alltid får relativt kort tid til å forberede teknologipresentasjonen sin.

La elevene stå i en frustrasjon slik at de kan ende opp med å finne ut av svar selv

Veileder 2 forteller at han lar elevene streve og stå i problemer, og prøver å bistå elevene når de står i feilsøkingen. Men at det er viktig at det er balanse, slik at elevene veiledes bort fra oppdrag som viser seg å være for vanskelige for dem dersom frustrasjonen blir for stor. Eller så må veilederne hjelpe dem. Veileder 1 understreker også at elevene kan lære av å stå i frustrasjon: «Jeg har opplevd det hvert år, og jeg blir alltid forbauset over hvordan det kommer – kommenter og refleksjoner – og voksne vurderinger av situasjonen. Både på teknologi og forskning. Og det øyeblikket, hvis jeg styrer det så kommer det ikke. Jeg må på en måte lære dem å finne.. å stå det litt i det. Og da kommer den der idéen: «ja, men jeg kan gjøre det sånn».

5 Diskusjon

I dette kapitlet kommer jeg til å gjennomgå seks drøftingspoeng for å komme nærmere noen svar på forskningsspørsmålene og problemstillingen. Disse baseres på resultatene og funnene fra studien, og drøftes i lys av tidligere presentert teori, og tidligere forskning på FLL. Resultatene satt i sammenheng med tidligere presentert teori.

5.1 Ingen fasit på hvilke kompetansemål man kan oppnå gjennom FLL

Det er noen kompetansemål på 5. – 10. trinn i matematikk og naturfag som veilederne er relativt enige om at man kan oppnå gjennom FIRST LEGO League: utforske, lage og programmere teknologiske systemer som består av deler som virker sammen (7.trinn naturfag), lage og programmere algoritmer med bruk av variabler, vilkår og løkker (5.trinn matematikk), og utforske korleis algoritmar kan skapast, testast og forbeholdt ved hjelp av programmering (8.trinn matematikk). Forstått gjennom begrepet oppfattet læreplan fra Goodlad et al. (1979), kan en felles oppfatning rundt disse kompetansemålene blant veiledere føre til at mange elever som deltar i FLL vil få veiledning som støtter opp om kompetanseutvikling innenfor disse kompetansemålene. Når det kommer til resten av kompetansemålene innenfor matematikk og naturfag som handler om programmering, er det være stor forskjell på hvordan veilederne oppfatter muligheten til å nå læreplanmål gjennom FLL. Veiledernes ulike vektlegging av læreplan vil påvirke både faginnholdet og metodene de legger til rette for å bruke (Goodlad et al., 1979). Det finnes med andre ord ikke noe enkelt svar på hva elever kan lære gjennom teknologi- og robotkonkurranse i FLL. Den gjennomførte læreplanen – undervisningen elevene møter – vil avhenge av hvordan veilederne gjennomfører FLL-perioden. Hvordan de velger å gjøre det vil påvirkes av deres syn på undervisning og gjennomføring, men også rammefaktorer (Goodlad et al., 1979). Respondentene på spørreskjema kan fortelle om en rekke faktorer som oppleves begrensende for å oppnå mest mulig læring i FLL: robotproblemer, ustabil oppførsel fra robot, for lite kunnskap om robotprogrammering, lite oversikt over konkurransekonseptet, for lite tid til å veilede elevene, for mange elever å veilede samtidig og at elevene deltar én sesong, og så aldri igjen. At ustabil robot påvirker elevenes læring i FLL-sammenheng er ikke nytt, da Kaloti-Hallak et al. (2019) fant ut det samme for bare noen år siden. De faktorene som pekes på om lite

robotkunnskap og lite oversikt over konkurransekonseptet hos veiledere bekreftes også i tidligere forskning på FLL. Den tidligere forskningen har vist at veiledernes robotkunnskap, ferdigheter og pedagogiske tilnærming har stor betydning for elevenes utvikling av problemløsningskompetanse og STEM-læring, men også deres STEM-holdninger og engasjement (Kaloti-Hallak et al., 2019; Ma & Williams, 2013). Dwivedi et al. (2021) hevder at erfarne og kunnskapsrike veiledere som har tilgang til relevant støttemateriell og opplæring, er i stand til å veilede lag effektivt i robotkonkurranser. FIRST Scandinavia understreker imidlertid at førstegangslag- og veiledere bør velge mål som gjør at man kan nyte opplevelsen heller enn å stresse over alt som bør gjøres (FIRST Scandinavia, u.å.-c, s. 6). Det blir lite hensiktsmessig å skulle definere hva elever kan oppnå av læring hvis det ikke ses i sammenheng med rammebetingelser som veilederkompetanse og Veileder 2 forteller at de fleste av hans lag kun deltar én gang. Spørsmålet om hvilken kompetanse elevene kan tilegne seg gjennom FLL virker ifølge veilederne til å avhenge av om de deltar én eller flere sesonger. Og veilederundersøkelsen viser at svært mange veiledere er veiledere for første gang. Dermed er det nok mange elever som opplever å være deltakere for første gang, og som har en veileder som er dette for første gang. Disse lagene kan ikke forvente å oppnå like mange mål innenfor programmering i matematikk og naturfag, som erfarne lag- og veiledere som har deltatt flere ganger. FIRST Scandinavia tilbyr en rekke støttemateriell, og også oppstartskurs for mange veiledere. To faktorer som kan føre til mer og bedre læring vil dermed kunne være 1. at elever får delta flere år, 2. at man sørger for at veiledere fortsetter med FLL med erfaring, eller 3. både flere år deltakelse og erfarne veiledere. Veilederhefter er et eksempel på dokumenter nye veiledere gjerne opplever nyttig, men som erfarne veiledere ikke ser behov for. Dermed bidrar arrangørene av FLL til mye av det som trengs til å få dyrket dyktige veiledere.

5.2 Erfarne veilederes veiledningspraksis gir innsikt i metoder som kan tas i bruk

De erfarne veilederne uttrykker i intervjuene at den første gangen de deltok handlet mest om å prøve å skjønne hva konkurransen gikk ut på, og at de egentlig ikke skjønnte alt før de hadde vært på turneringsdagen. Dette bekreftes også av flere som svarer på spørreskjema. Strategiene de erfarne veilederne har utviklet etter mange år med veiledning kan gi mange tips som også ferske veiledere kan bruke: La elevene arbeide utforskende med egne strategier og ideer som utgangspunkt og avhjelpe med de enkleste problemene som oppstår med

roboten, unngå instruksjon unødvendig eller på feil tidspunkt, lage konkret visuell modell av prosessen i form av visuell rekkefølge for oppdrag på veggen, tidslinje, la elevene lage strategi med utgangspunkt i det elever mener er oppdrag de kan løse, diskutere løsningene sammen ved robotbordet underveis i arbeidsprosessen til elevene, bruke loggskrivning og refleksjon om arbeidsprosessen. At læreren gir elevene milepælsplan slik at de kan finne vei i en åpen utforskning, er et kjennetegn på god praksis i utforskende undervisning (Bjønnnes et al., 2019), og å lage denne planen sammen med elevene gjør at de får desto mer eierskap til prosjektet. På et introduksjonskurs for å støtte ferske veiledere vil de nevnte strategiene kunne være overkommelige å lære. Flere av disse strategiene er i tråd med forslagene til Brennan og Resnick (2012, s. 23) om hvordan man kan bruke vurderingsstrategier innenfor programmering til å fremme algoritmisk tenkning. Disse metodene bidrar til *å sjekke inn på flere punkter i prosessen* med å diskutere elevenes løsninger underveis i arbeidet rundt robotbordet, og underveis mens elevene jobber. Veilederne bidrar til å kaste lys over prosessen ved at elevene må reflektere gjennom logg underveis i prosessen, og skriver logg på bakgrunn av refleksjonsspørsmål. Dette trenger man ikke å mye kompetanse for å gjøre. Å vurdere elevene gjennom å verdsette både forklaring av og bruk av begreper som løkker, og at elever skal bruke eksempelkoder og modifisere til eget bruk (Brennan & Resnick, 2012) vil kreve en viss innsikt i programmering fra lærerens side. For noen vil det nok være mulig å kunne nok etter et kort kurs, mens andre vil trenge mer innføring enn halvparten av et dagskurs i FLL-veiledning fra FIRST Scandinavia. Anbefalingen fra Brennan og Resnick (2012) om *å kaste lys over prosessen* kan i følge dem også gjøres ved «å snakke om erfaringene sine fra programmeringsprosessen på en presentasjon». Vi kan på grunnlag av dette si at teknologipresentasjon er en del av konkurransen som i seg selv legger til rette for at elevene skal få utviklet metakognisjon rundt prosessen. Når vi hører veiledernes refleksjoner rundt hvordan elevene forbereder seg til denne presentasjonen kan man imidlertid tenke at det er mulig å utnytte denne delen av konkurransen i større grad enn det som gjøres i dag. Veileder 3 uttrykker at å forberede elevene til presentasjon gjennom loggskrivning underveis i prosessen gjør at de lettere klarer å se hva de har gjort og hva de har utviklet seg på i løpet av konkurransen. I tillegg kan dette fungere som en hjelp underveis i prosessen, siden de får en retning videre fra økt til økt. Brennan og Resnick (2012) er ikke de eneste som mener dette kan være gunstig for elevenes læring. Ma og Williams (2013) konkluderte med at elever som måtte uttrykke og reflektere over læringen

sin i større grad utviklet kompetanser for det 21. århundre, og ikke nok med det, de bevarte også kompetansen bedre. Siden problemløsningskompetanse er en av flere kompetanser for det 21. århundre anses denne konklusjonen fra Ma og Williams som både viktig og overførbart til å utvikle elever algoritmiske problemløsningspraksiser gjennom teknologidelen av FLL. Veilederne har tilgang til et støttedokument (Vedlegg 4) som kan bidra til å vise retning for hva elevene kan arbeide mot for å forberede seg på bedømmingen i teknologipresentasjon. Skjemaet inneholder alle delene av utviklingsprosessen i FLL: identifisere, designe, utvikle, forbedre og konsolidere. En av måtene man kan ta i bruk dette skjema er slik Veileder 3 skisserer ved å la elevene reflektere over disse delene av prosessen underveis. Veileder 1 ser ut til å anse forberedelse til teknologipresentasjon som noe han ikke gir mye oppmerksomhet. Han ytrer at han ville brukt kriteriene fra dommerskjema som tips til hva han skulle forberedt elevene på, dersom det hadde vært viktig å gjøre det bra i konkurransen. Selv om han uttrykker at han «kanskje burde brukt mer tid på det», så virker det som han ikke har prioritert det siden han ikke opplever at det bidrar til noe stor verdi for elevene, og at å gjøre det bra i konkurransen ikke er det viktigste. Dersom man ser dette dommerskjemaet i sammenheng med forslagene fra Brennan og Resnick (2012) om veiledningsmetoder i programmering som fremmer utvikling av algoritmisk tenkning, kan man derimot argumentere for at veiledning mot dommerkriterier på teknologipresentasjonen også vil være veiledning mot kompetanser som styrker elevenes algoritmisk tenkning. Dermed kan veiledere som i liten grad bruker tid på forberedelse til dommerpresentasjon utvikle praksisen sin for å legge til rette for mer algoritmisk tenkning enn den gjør i dag, dersom de i større grad bruker dommerskjema som ledesnor for refleksjonsspørsmål og prosessarbeid med elevene sine. Dersom Veileder 1 hadde vært klar over at forberedelse til teknologipresentasjon underveis i prosessen, med utgangspunkt i dommerskjema, hadde vært en måte å utvikle elevenes algoritmiske tenkning, så hadde det nok vært en mer verdifull pådriver, enn hvordan elevene gjør det i konkurransen. Bevisst bruk av støttmateriell fra arrangørene av konkurransen anses som en hjelp for veiledere for å styrke elevenes læring. Dwivedi et al. (2021) bekrefter denne antagelsen, ved at de har funnet ut at erfarne veiledere med tilgang på relevant støttmateriell i robotkonkurranser får veiledet lagene sine enda bedre enn veiledere uten tilgang på relevant støttmateriell. Å vite om hva man har tilgang til, samt å vite hva de ulike dokumentene kan bidra til i elevenes læring, vil være relevant å lære noe om dersom man skal delta på et

veilederkurs. Det er verdt å nevne at vurderingen på dommerskjema utelukkende går på i hvor stor grad de forklarer hva de har gjort, og om de viser eksempler på hver av fasene. Dermed kan man gjøre det godt på teknologipresentasjon på mange ulike ferdighetsnivå innenfor programmering.

5.3 Faktorer som kan påvirke elevenes muligheter for læring

Veilederne i min undersøkelse er delvis enige om at FLL kan bidra til at elevene får utviklet flere algoritmiske problemløsningspraksiser (f.eks. programmering, feilsøking debugging, vurdere ulike tilnærminger/løsninger på problem, samt utvikle modulære gjenbrukbare løsninger). Noen kompetansemål er de enige om at man kan oppnå, andre kompetansemål er det delte meninger om. Det finnes støtte i mine resultater både hos Ma og Williams (2013) som fant at FLL gir mulighet for å lære problemløsning som en av flere kompetanser for det 21. århundre, og hos Kaloti-Hallak et al. (2019) som fant grunn for å antyde at FLL-deltakelse hadde signifikant innvirkning på læring av programmeringsferdigheter. Mange vil imidlertid argumentere for at selv om det er mulig å tilegne seg kompetanser gjennom FLL, så er det mange faktorer som bidrar til at det ikke nødvendigvis skjer. Dette er viktig å ha bevissthet rundt dersom man skal drive FLL i skolen med hensikt om at elevene skal utvikle sine algoritmiske problemløsningspraksiser i naturfag og matematikk, spesielt hvis disse skal forventes å kunne tas med over i nye sammenhenger og senere arbeid med fagene. Veilederrollen trekkes ofte fram som en faktor som er avgjørende for læring i FLL. Ma og Williams (2013) påpekte at utvikling og bevaring av kompetanser for det 21. århundret var avhengig av at elevene skulle uttrykke og reflektere over læringen sin, og Kaloti-Hallak et al. (2019) understreket av dybden på elevenes læring av programmeringsferdigheter hang sammen med undervisningsmetodene de møtte hos veilederne sine. Elevgruppene som fikk utforske ressursene sine mer eller mindre veiledet av veilederen hadde større grad av meningsfull læring enn de som i liten grad fikk utforske selv, og heller ble presentert for lærerstyrt instruksjon. Vi kan også forstå disse resultatene ut fra de ulike aspektene av læreplanen fra Goodlad et al. (1979). At den formelle læreplanen tolkes ulikt hos lærere på bakgrunn av lærernes egne erfaringer, egne antagelser om læring og egne betraktninger rundt hvilke muligheter de har for å gjennomføre undervisning, vil påvirke deres prioriteringer av metodikk og faginnhold. Dersom man ønsker å påvirke lærernes oppfattede læreplan i retning

av at de skal oppleve FLL som en anledning til å utvikle elevenes algoritmiske tenkning, kan det på grunnlag av Goodlad et al. (1979) sine læreplanaspekter være grunn for å hevde at man må påvirke lærernes erfaringer, deres antagelser om hvilken læring FLL kan bidra med, samt påvirke deres betraktninger rundt undervisningsmuligheter i FLL. Dette kommer jeg tilbake til i delkapittel 5.6. Først må vi se på et funn fra mine studier som jeg anser som en enda større begrensning for elevenes læring enn noe av det tidligere forskning peker på: Organisering av elevgruppene innad i en klasse når de gjennomfører FLL. Siden dette ikke har blitt nevnt i litteraturen jeg har lest på FLL, anser jeg denne nyanseringen som et viktig bidrag til feltet når det kommer til læring i FLL.

Det er stor tyngde i forskning på FLL når det kommer til å forklare elevenes sprikende læringsresultater med kompetanse og praksis hos veilederne. I min studie har det imidlertid kommet fram en faktor som ikke beskrives mye i forskning på FLL og utvikling av ferdigheter: noen klasser blir delt i ulike teknologi- og prosjektgrupper, der hver gruppe arbeider intensivt for å gjennomføre de ulike delene av konkurransen. De som arbeider i teknologi-gruppa programmerer, mens de som arbeider i prosjektgruppa har fokus på det innovative prosjektet. Gjennom intervju med de erfarne veilederne fikk jeg innblikk i hvordan de organiserer lagene sine for å løse teknologi- og robotdelen av konkurransen. Dette gjøres forskjellig fra lag til lag. Veileder 3 understreker at alle på laget må arbeide lengst mulig med programmering, og så deles laget når konkurransen nærmer seg. Veileder 4 bekrefter dette, og legger til at han ikke bryr seg så mye om konkurranseresultatet, og at læringsprosessen er viktigst. Derfor velger han å la mange elever jobbe med programmering av roboter, og så dele laget helt mot slutten slik at noen gjør ferdig robotene, og noen gjør ferdig innovativt prosjekt. Det er interessant å merke seg at Veileder 4 mener det hadde vært «enklere» å dele inn slik at en gjeng ble spesialisert på robot helt fra starten, men at han mener det er viktigere at flest mulig får utviklet seg. Han sier at det også på grunn av kompetansemålene er nødvendig å la alle jobbe en lengre periode med programmering. Veileder 2 forteller at alle får holde på med programmering, og at de ikke deler dem med en gang. Det viser seg likevel at laget deles etter bare én dag med felles programmering, slik at alle «får litt». Disse refleksjonene fra erfarne veiledere går igjen i tidligere forskning fra Kaloti-Hallak et al. (2019), hvor nettopp tidspress på konkurransegjennomføring viste seg å være en faktor som påvirker elevenes læring i FLL.

Dersom man skal legge vekt på at over halvparten av veilederne deltar i FLL for å få programmering inn i ordinær undervisning (FIRST Scandinavia, 2022), kan man argumentere for at det er fornuftig å organisere elevene på en måte som gjør at alle elever får jobbe mye med programmering. Dersom halvparten av elevene i en klasse blir delt inn i innovativt prosjekt, og halvparten i programmering, vil jeg argumentere for at det blir en større begrensende faktor for elevens programmeringsferdigheter enn undervisningsmetoder og lærerkompetanse. Dersom om lag halvparten av elevene ikke ender opp med å arbeide med robotdelen av FLL, vil det for halvparten av elevene være uvesentlig om lærerne har robotprogrammeringskompetanse, eller om det benyttes gode støttestrukturer i elevaktiv utforskning av programmering.

Veileder 1 og 3 har innsikt i hva som rører seg av programmering i sin kommune, og de har inntrykk av at det som skjer av programmering ofte er det som gjøres gjennom FLL. Derfor anser de til og med FLL som ett av elevenes viktigste møter med programmering. Dersom dette er tilfellet vil jeg hevde at det er desto viktigere å sørge for alle elever får arbeide med alle delene av FLL, da de ulike delene bidrar til ulik kompetanse.

5.4 Elevaktiv utforskning som grunnverdi i erfarne veilederes praksis

Uttalelsene fra alle de erfarne veilederne kan oppsummeres med et felles verdisyn: De opplever elevaktiv utforskning som en essensiell og avgjørende faktor for at arbeidet med FLL skal være meningsfullt. De er også klare på at elevene skal få ta valg, og at det er viktigere at elevene får tenke selv, enn at avgjørelsene blir optimale. Dette grunnlaget for undervisningen er helt i tråd med hva Brevik et al. (2024, s. 35) legger til grunn for utforskning i skolen: «Et kjennetegn på utforskning er at det er en elevaktiv arbeidsmåte som gir rom for selvstendige valg og selvstendig tenkning i det utforskende arbeidet». Selv om veilederne legger til rette for at elever skal få ta egne valg og styre retning i arbeidet, uttrykker de ikke noen bevisst undervisningsfilosofi hvor de har tatt et valg mellom det litteraturen (her fra Brevik et al. (2024, s. 10)), omtaler som lærerstyrt, veiledet, eller elevstyrt utforskning. Veileder 1 og Veileder 3 har beveget seg bort fra å ha instruksjonskurs med programmeringskonsepter i forkant av utforskningsfasen. De opplevde at det ikke hadde noen effekt, og at elevene ikke satt igjen med

inngående forståelse av det som ble undervist. Forklart gjennom funnene fra tidligere forskning i FLL fra Kaloti-Hallak et al. (2019), kan grunnen til at det ikke hadde effekt være at lærerstyrt instruksjon viser seg å resultere i liten grad av meningsfull læring. Det som imidlertid skulle gi høy grad av meningsfull læring var elevsentrerte aktiviteter, sammen med eksplisitt læring av ulike begreper (Kaloti-Hallak et al., 2019).

Selv om veilederne er opptatte av at elevene skal styre prosessen, er de også bevisste på at det ikke er noe elevene mestrer å gjøre selvstendig, i hvert fall ikke når de er ferske i FLL. De viser imidlertid tegn på at de støtter elevene både på overordnet prosjekt-planleggingsnivå, og detaljert nivå i programmeringen. De er bare svært bevisste på å tenke over «hva som er viktig når» (Veileder 3). Og erfaringen deres tilsier at dersom de treffer med «akkurat det elevene trenger på riktig tid», så går det veldig kjapt for elevene å lære spesifikke ferdigheter som trengs videre i programmeringen. Veilederne viser gjennomgående en oppfatning av at veiledningen de tilbyr elevene skal være det van de Pol et al. (2010) definerer som contingency. Veilederne viser at de tidvis mestrer å vurdere behovet mellom hvilken støtte som trengs for elevene, og hvilken støtte de tilbyr dem. Når Veileder 4 sier at han ikke kan vite fra år til år om elevene kommer til å bruke sensorer, eller hva de kommer til å lære av programmering, viser han det van de Pol et al. (2010) mener er premisset for å tilby gode støttestrukturer, nemlig at det må være en dynamisk prosess som avhenger av og justeres ut fra situasjon, elevgruppe og enkeltelever, og at man ikke på forhånd vet om en situasjon oppstår eller ikke.

Alle veilederne uttrykker at det kan være vanskelig å balansere hva de skal gripe inn på i elevenes prosess og ikke. Veileder 1 har bevisst unngått å lære seg den spesifikke programvaren til FLL fordi han ikke vil være i posisjon til å undervise elevene i hvordan de programmerer, men at det er kunnskap de skal utvikle og eie selv. Han unngår også å undervise feilsøkningsstrategier fordi han vil at elevene skal finne ut av dette selv, og er redd for at dersom han forklarer dem det så blir det «liksom teori og fag». Når man leser turneringsdokumenter ser man beskrivelser der veilederrollen omtales som «Som veileder i FIRST® LEGO® League får du kanskje en annen rolle enn du ellers ville hatt i klasserommet(...) Din rolle er å oppmuntre, hjelpe med å holde oversikten over tidsbruk, og å veilede underveis» (FIRST Scandinavia, u.å.-c). Stewart og Jordan (2017) advarer mot at veiledere skal ta rollen som «tilrettelegger mer

enn lærer» for mye på alvor, og at det kan føre til at de unngår eksplisitt undervisning på spesifikke metoder og relevant kunnskap, og også unngå konstruktive tilbakemeldinger. De fant ut at det kan føre til at mindre erfarne lag får begrensede læringsmuligheter, selv om det ikke er meningen fra veilederens side. Dersom den rollen læreren har i klasserommet til vanlig er tradisjonell undervisning, så vil det kanskje stemme at læreren får en annen rolle i FIRST LEGO League. Et ønske om å gi elevene mest mulig frihet og beslutningsrett kan vise seg å ende opp med at elevene får mindre støtte enn de trenger, og at støtten ikke står i samsvar med forkunnskaper og behov (Stewart & Jordan, 2017). Et rikt og utforskende læringsmiljø – slik de erfarne veilederne ønsker å tilrettelegge for – kan altså føre til at elevenes potensielle læringsmuligheter ikke blir realisert uten at veiledere eller medelever viser eksplisitt hva man kan lære, og at disse forventningene til læring er tilkoblet forkunnskaper hos elevene. Veileder 3 ser imidlertid også at en helt elevstyrt prosess vil føre at elevene ikke lærer så mye som de kan i løpet av perioden med FLL. Siden det heller ikke viser seg at det motsatte (lærerstyrt instruksjon) fungerer godt for varig meningsfull læring i FLL (Kaloti-Hallak et al., 2019), vil trolig en balanse mellom dette være det som kan fungere best. Vi skal se nærmere på andre strategier fra de erfarne veilederne.

5.5 Lærerstyrt og veiledet utforskning som undervisningsmetode innad i en elevstyrt utforskningsprosess

Alle veilederne opplever at de må balansere mellom hva de eksplisitt går inn og bidrar med, og hva elevene skal få utforske på egenhånd. De opplever å måtte vise en tilbakeholdenhet for at elevene skal få rom til å konkludere selv, ikke bare søke til lærer for validering. Strategiene deres viser imidlertid at de velger å gripe inn for å bidra med kunnskap og prosessveiledning – men bare etter at elevene har fått et behov. Det vises blant annet gjennom at de bruker debuggingsprosess som anledning til å lære elevene nye programmeringsferdigheter, når de viser prinsipper for feilsøking slik at elevene skal oppdage hva som er feil i stedet for å forklare dem hva som er feil med programmet. Det samme gjelder når de setter elevene ned for å skrive logg, i stedet for at elevene får bestemme hvordan de skal bruke siste minuttene av økta, og når de gir elevene konkrete programmeringseksempler som utgangspunkt for utforsking. Mye av dette går rett inn i definisjonen av lærerstyrt utforsking ved at læreren får puttet inn de teoretiske ideene hen vil at elevene skal lære, og at målet ikke er å åpne for ulike

observasjoner og kunnskapsresultater, men å prøve å få elevene til å tenke de samme tankene og nå den samme innsikten (Knain & Kolstø, 2019). Slik Knain og Kolstø (2019) beskriver lærerstyrt utforsking er det en undervisningsmetode man ofte bruker i helklasse for å få en gruppe til å trekke konklusjoner selv i samme tema, i stedet for at man skal undervise disse konklusjonene som fakta. I FLL-sammenheng kan det slik veilederne beskriver metodene imidlertid være hensiktsmessig å bruke lærerstyrt og veiledet utforsking på små grupper med elever, eller å ta inn flere elever til ei gruppes arbeid, for at flere skal få lære noe spesifikt. Siden disse sekvensene kommer som et resultat av elevenes tidligere arbeid, kan de imidlertid sies å inneholde de tre viktige kjennetegnene på støttestrukturer fra van de Pol et al. (2010): contingency, fading, og overføring av ansvar til elevene. Empiri fra min studie viser at korte sekvenser med lærerstyrt utforsking, der innholdet og metoden har utspring i en utforskende fase i elevenes arbeid, kan fungere som støttestruktur.

5.6 Lærerkompetanse som mulighet og som hinder for å gi god støtte til elevenes læring i FLL

I drøftingspoeng 5.2 Erfarne veileders veiledningspraksis gir innsikt i metoder som kan tas i bruk, blir det konkretisert noen metoder erfarne veiledere bruker, som andre veiledere kan bruke som tips til egen veiledningspraksis. Summen av de erfarne veiledernes metoder viser erfaringer som underbygger alle Bjønnes et al. (2019) sine kjennetegn på god tilrettelegging ved åpne utforskende metoder. Resultatene fra min undersøkelse viser at det er ulike meninger rundt hvorvidt veiledere må ha kompetanse for å lede teknologi- og robotdelen av FLL. Hele 41% av veilederne i min undersøkelse mener man ikke trenger å ha kompetanse innenfor programmering for å være veileder for teknologi- og robotkonkurransen, og 76% mener at man ikke trenger å ha mye. Det er imidlertid også 51% som mener man må ha kompetanse, og 20% som mener man må ha mye kompetanse for å lede elevene gjennom dette. Arrangørene av konkurransen mener man kan fungere som veileder uansett om man har ingen eller mye erfaring, men at gjennomføringen må tilpasses veiledernes og elevenes erfaringsbakgrunn (FIRST Scandinavia, u.å.-c). Tidligere forskning på elevers læring i FIRST LEGO League viser at lærerkompetanse har stor betydning for elevers læring, og elevers bevaring av læring, både innenfor kompetanser for det 21. århundre og innenfor programmering (Graffin et al., 2022; Kaloti-Hallak et al., 2019; Ma & Williams, 2013). Det virker som at alle disse meningene kan

forsvares på samme tid. Det er åpenbart mulig å være veileder med mye og lite erfaring slik First Scandinavia påpeker. Hvis ikke kunne vi aldri rekruttert nye veiledere. Samtidig kan vi ha lavere forventning til læring innenfor programmering og kompetanser for det 21. århundre dersom veilederne ikke har erfaring og kompetanse, siden de har mindre verktøy å spille på for å bygge støttestrukturer for elevene. Dette kan også skape mening i de svært varierte svarene fra veilederne i min undersøkelse, i og med at de kan sitte på forskjellig formening om hva de mener det skal forventes av læringsutbytte i periodene. Det kan også være ulik erfaring og selvstendighet blant elevene deres. Videre vil jeg nyansere dette ytterligere ved å ta i bruk den opprinnelige definisjonen og presentasjonen av «scaffolding» fra Wood et al. (1976, s. 90). De presenterte seks funksjoner en veileder kan ha når den bygger støttestrukturer for å hjelpe elever til å løse et problem, utføre en oppgave, eller nå et mål som ikke ville vært mulig for elevene å utføre på egenhånd. Når vi leser om de erfarne veilederne i resultatene fra oppgaven, kan vi se at de har kompetanse til å oppfylle alle de seks funksjonene til en veileder i en problemløsningsprosess. Når nye veiledere setter seg inn i konseptet gjennom turneringsdokumentene, er det rimelig å anta at de også kan oppfylle tre av disse seks funksjonene. Jeg anser funksjonene (1) *å vekke elevens interesse for oppgaven*, (3) *å hjelpe elevene med å holde fokus på oppgavens mål ved å opprettholde deltakelsen, samt motivere elevene* og (4) *å understreke de viktigste delene av oppgaven*, som funksjoner nye veileder klarer å oppfylle etter å ha satt seg inn i turneringsdokumenter. Dersom veilederen har fått deltatt på kurs for nye veiledere i regi av FIRST Scandinavia vil det nok være enda bedre forutsetninger for å oppfylle de tre nevnte funksjonene. På bakgrunn av svar på spørreskjema, svar fra de erfarne veilederne, samt tidligere nevnte forskning på elevenes læring i FLL, anser jeg de tre siste funksjonene til en veileder som vanskeligere å oppfylle uten erfaring og kompetanse. Disse er (2) *å redusere antall steg som kreves for å løse et problem, eller forenkle situasjonen på en måte som gjør at eleven behersker delene i prosessen* (5) *kontrollere elevenes frustrasjon og risiko for å mislykkes*, og (6) *å demonstrere, modellere idealer, eller forklare hvordan oppgaven kan løses*. Der veilederne selv ikke vet hvordan oppgavene kan løses, har man ikke forutsetninger for å kunne forenkle oppgaven på en måte som gjør at eleven behersker den. Svar fra spørreskjema underbygger antagelsen min om at veiledere som ikke har oversikt over det elevene skal gjøre, heller ikke har anledning til å styre elevenes frustrasjon, siden de ikke nødvendigvis selv vet hvordan elevene kan komme ut av situasjoner

der de står fast. Her uttrykker de erfarne veilederne at «det er bra for dem å streve, for da blir det bedre når de til slutt lykkes». Vi skal imidlertid ha i bakhodet at disse veilederne har mange strategier, metoder og triks for å lede elevene inn på å oppdage egne feil. Denne luksusen har man ikke nødvendigvis som veileder uten kompetanse og erfaring. Det vil heller ikke være mulig å demonstrere eller modellere idealer, eller forklare hvordan en oppgave kan løses dersom veilederen ikke har kompetanse til å gjøre dette. Eventuelt: å bruke lærerstyrt utforsking mot svarene elevene trenger å forstå for å komme seg videre.

På bakgrunn av disse refleksjonene rundt veilederrollen vil jeg oppsummere avsnittet med å skille mellom tre ulike utgangspunkt for å være veileder. Vi har en type veileder som har lite eller ingen erfaring, men som har lest seg opp på turneringsdokumenter, og kanskje vært på endags introduksjonskurs for nye FLL-veiledere. Denne veilederen vil antageligvis ha anledning til å fylle noen av veilederfunksjonene fra Wood et al. (1976). På det andre ytterpunktet har vi veiledere som har lang erfaring med FLL, som har deltatt i flere sesonger, og med ulike lag, med programmeringskompetanse gjennom kursing, egen utforsking, samt å lære sammen med elevene i løpet av årene som har gått, og som kan utfylle alle veilederfunksjonene fra Wood et al. (1976). Mange veiledere befinner seg mellom disse ytterpunktene. Her ser jeg et potensiale for å utvikle kompetansen til norske veiledere videre. Dwivedi et al. (2021) merket seg at mer erfarne og kunnskapsrike veiledere, spesielt de med tilgang på relevant støttemateriell og opplæring, er i stand til å veilede lagene sine mer effektivt. Med bakgrunn i poengene som er drøftet i dette avsnittet vil jeg foreslå at det blir satset på kursing av veiledere som har minimum ett års erfaring med teknologi- og robotveiledning i FLL. På den måten vil man få tatt vekk distraksjoner som følger med å være veileder for første gang, og innholdet på kurset ville kunne tas ett nivå opp fra et introduksjonskurs som i dag tilbys mange ferske veiledere. Kurset kan inneholde både faglig opplæring i programmering av LEGO-roboter for å øke veiledernes programmeringskompetanse, og ta for seg forskningsbaserte metoder som har vist seg å øke elevenes læring i FLL, og erfaringsbaserte metoder, som de jeg har pekt på i denne studien: Hvordan man kan drive elevstyrt utforsking innenfor lærernes rammer, hvordan man kan benytte debuggingsprosess som anledning til å samle elever og lære dem nye kunnskaper, og å ha fokus på refleksjon og prosess for å utvikle elevenes algoritmiske tenkning gjennom FLL. Med bakgrunn i TIMMS-resultatene fra 2019 om læreres ønske om

videreutdanning, og spesielt videreutdanning om bruk av utforskende metoder og fagdidaktikk (Kaarstein et al., 2020), vil dette være et type kurs som treffer lærernes behov. Siden programmering er relativt nytt i norsk skole er det også rimelig å anta at lærernes tilnærming til fagdidaktikk i programmering er mer erfaringsbasert enn basert på utdanning og kursing.

6 Konklusjon

I konklusjonen vil jeg først svare på forskningsspørsmål og problemstilling, deretter redegjøre for hvordan studien kan relateres til tidligere forskning, og hva denne studien bidrar med av ny innsikt på feltet. Avslutningsvis vil jeg diskutere begrensninger ved studien, antyde hvilke implikasjoner studien kan ha på framtidig arbeid med FLL, samt vise til hva det kan være interessant å forske videre på med utgangspunkt i mine konklusjoner.

FS1: Hva opplever FLL-veiledere at elever kan lære innenfor matematikk og naturfag gjennom teknologi- og robotkjøring i FIRST LEGO League?

Veiledere er relativt samstemte om noen utvalgte programmeringskompetansemål innenfor matematikk og naturfag på 5. – 10. trinn som kan oppnås gjennom FLL. Utover det oppfatter de mange av arbeidsmåtene innenfor algoritmisk tenking som sentrale når elevene arbeider med FLL: Samarbeid, problemløsning, utholdenhet og utforskning. Når det er sagt varierer svarene stort fra veileder til veileder, både med tanke på hvilke kompetansemål som kan læres, og med tanke på hvor avansert programmering man kan forvente at elevene skal tilegne seg. Resultatene i studien kan forklares ut fra ulike erfaringsbakgrunn hos respondentene og informantene, og forklares i tidligere forskning på FIRST LEGO League og tidligere forskning på utforskende arbeidsmåter gjennom at lærerens metodikk og kompetanse har innvirkning på elevenes læring. Resultatene i studien viser at det er gode muligheter for å lære flere algoritmiske problemløsningspraksiser gjennom FLL, men at veiledningsstrategier og undervisningsmetoder i FLL påvirker i hvor stor grad denne kompetansen utvikles hos elevene. Da de erfarne veilederne har erfaringer med å veilede elever mot teknologipresentasjon i FLL ble satt i sammenheng med forskning fra Brennan og Resnick (2012) på vurderingsmåter i programmering som fremmer algoritmisk tenking, kom det fram at det finnes et mulig uutnyttet potensiale for å bruke kriterier fra dommerskjema til teknologipresentasjon som refleksjonspunkter som kan utvikle elevenes algoritmiske tenking. Det kommer fram i studien at noen elever deltar i FLL, men i andre deler enn teknologi- og robotkjøring. Dermed opplever veilederne at det er forskjell innad i en klasse på hvor mye kompetanse elevene utvikler – og får mulighet til å utvikle – innenfor programmering gjennom FLL. Selv om veilederne opplever mange muligheter for læring i FLL, ser de også en rekke faktorer som oppleves begrensende for læring i FLL: robotproblemer, for lite tid til å veilede elevene, at elevene ofte bare deltar én

gang. Gjennom drøftingen kommer det fram at noen av metodene som bør benyttes dersom elevene skal få varig og meningsfull læring ikke vil være enkle å gjennomføre dersom man er fersk veileder, og at det hersker en oppfatning om at elever vil kunne lære mer av FLL-perioden dersom veilederne har kompetanse og erfaring. Dette blir sterkt underbygget av tidligere forskning.

FS2: Hvordan kommer støttestrukturer til uttrykk i erfarne veileders refleksjoner rundt veilederrollen i teknologi- og robotdelen i FLL.

De erfarne veilederne balanserer mellom å gi elevene frihet til å utforske, og å gi dem strukturerte faser for å komme videre i utforskingen. De trekker fram rammer, struktur og veiledning fra deres side som noe av det viktigste for at elevene skal mestre arbeidet med FLL. Dette støttes av Bjønnes & Kolstø (2015) sine tidligere beskrivelser av hvordan elever kan veiledes i et utforskende klasserom i naturfag. De erfarne veilederne bygger støttestrukturer på en rekke måter: elevaktiv utforsking i stedet for lærerstyrt instruksjon, de bruker debuggingsprosessen til å lære elevene nye programmeringsferdigheter, de leder elevene gjennom feilsøkingprosessen i stedet for å gi dem svarene, lager modell av prosessen for å få frigjort mental kapasitet, lar elevene planlegge en strategi for å lage ramme for perioden, bruker loggskrivning og refleksjonsoppgaver, og stiller spørsmål i stedet for å gi svar. Det viktigste med deres støtte til elevene, er at de mener den skal gis kun betinget av elevenes behov. Metodene deres kan i sum sies å oppfylle kjennetegn fra Bjønnes et al. (2019) på tilrettelegging ved åpne utforskende undervisningsmåter. Det kommer fram at de erfarne veiledernes FLL-erfaring og robotkompetanse gir dem forutsetninger til å oppfylle alle de seks veilederfunksjonene Wood et al. (1976) mener en veileder kan ha når man skal bygge støttestrukturer for elever i en problemløsningsprosess. Selv om litteraturen ofte skiller mellom elevstyrt, veiledet, eller lærerstyrt utforsking, viser resultatene fra studien min at de erfarne veilederne ofte benytter lærerstyrt utforsking som støttestruktur i arbeidet. Det kan være en kort sekvens med lærerstyrt utforsking basert på elevenes behov, der elevene er i sin problemløsning.

Overordnet problemstilling: Hvordan reflekterer FLL-veiledere rundt læring gjennom teknologi- og robotdelen av FLL på 5. – 10. trinn, og hvordan brukes støttestrukturer av erfarne veiledere for å veilede elevene gjennom konkurransen?

På bakgrunn av svar på forskningsspørsmålene og det som kommer fram i drøftingskapittelet er det unaturlig å se på elevenes muligheter for læring i FLL uten å samtidig snakke om veiledernes erfaring og kompetanse. Det er muligheter for å tilegne seg grunnleggende programmeringsferdigheter, mer avanserte programmeringsferdigheter, algoritmisk tenkning, og algoritmiske problemløsningspraksiser i matematikk og naturfag som elevene kan ta med seg videre. Når resultater til FS1 og FS2 ses i sammenheng, og sammen ses i lys av tidligere forskning og teori, kan man antyde to veilederroller, og ha ulike forventninger til elevenes læring på bakgrunn av hvilken type veileder de jobber med i FLL. I drøftingskapittelet argumenterer jeg for at en ny veileder som har satt seg inn i turneringsdokumentene og i beste fall har deltatt på introduksjonskurs vil kunne oppfylle tre av seks veilederfunksjoner fra Wood et al. (1976), mens erfarne veiledere med kompetanse og kursing vil kunne oppfylle alle seks funksjonene. De tre funksjonene som er lettere for erfarne veiledere å oppfylle: *å redusere antall steg som kreves for å løse et problem, eller forenkle situasjonen på en måte som gjør at eleven behersker delene i prosessen; kontrollere elevenes frustrasjon og risiko for å mislykkes; og å demonstrere, modellere idealer, eller forklare hvordan oppgaven kan løses.* Disse veilederfunksjonene gjør at erfarne veiledere kan ta i bruk metoder for å bygge støttestrukturer som ikke vil være tilgjengelig for nye veiledere.

Funnene i denne studien kan i stor grad bekrefte tidligere forskning på læring i FLL som har konkludert med at lærerens kompetanse er viktig for elevenes læring og bevaring av både kompetanser for det 21. århundre og programmeringsferdigheter. Studien bidrar imidlertid med å få belyst ulike deler av elevens læring i FIRST LEGO League i norsk sammenheng, mens dette tidligere har vært beskrevet i kontekster fra andre land. I tillegg til å bidra med norsk forskning på feltet, kan studien også bidra med et par nye betraktninger:

1. Veiledere må være bevisste på organiseringen av FLL-perioden i klassene sine slik at alle elever får delta på alle delene av konkurransen, dersom man skal ha en visjon om at man arbeider med spesifikke kompetansemål gjennom å delta i FLL. Dersom ikke alle elever får anledning til å være med på robotprogrammeringen, kan man heller ikke forvente at de skal tilegne seg de den kompetansen innen matematikk og naturfag man anser som mulig å lære gjennom robot- og teknologidelen av FLL.

2. Forventningene til hvilke metoder veiledere kan ta i bruk for å støtte elevene i deres læring i FLL må stå i forhold til veiledernes forutsetninger for å oppfylle de ulike funksjonene en veileder kan ha. Man kan ha ulike forventninger til veiledningspraksisen til en ny veileder uten kunnskap om robotprogrammering som har lest seg opp på turneringsdokumenter, og en erfaren veileder med kunnskap om robotprogrammering, erfaring med konkurransekonseptet, og kjennskap til støttemateriell som tilbys av arrangørene. Mange av veiledningsmetodene som forskning viser gir god effekt på elevenes læring vil være vanskelige å ta i bruk dersom man er en lite erfaren veileder uten robotkompetanse.

Det er flere forhold som gjør at studiens konklusjoner har begrensninger. De kvalitative intervjuene har blitt gjort med kun fire erfarne veiledere, og deres uttalelser representerer ikke alle erfarne veiledere. Selv om konklusjonene og funnene kunne ha blitt annerledes ved å intervju andre eller flere veiledere, vil det som har kommet fram i denne studien bidra til å belyse en liten del av virkeligheten rundt FLL-veiledning i Norge. Utvalget fra spørreskjema er teoretisk sett heller ikke et representativt utvalg, men på bakgrunn av hvordan erfaringen til respondentene fordeler seg i Figur 3.1 og Figur 3.2, vil disse resultatene i mindre grad være påvirket av manglende representativitet. En annen begrensning ved studien er at forskningen har blitt gjort av en insider i feltet. Mine tidligere erfaringer, kompetanse og min innsikt i forskningsfeltet kan påvirke både analyse av data og diskusjonsdelen av oppgaven. En siste og nevneverdig begrensning med denne studien er at det kun er halvparten av FLL-konseptet som studeres, mens veilederne som har bidratt som respondenter og informanter har erfaring med alle fire delene. På flere av svarene på spørreskjema skinner det gjennom at veilederne også tenker på det innovative prosjektet og kjerneverdiene når de svarer på noen av spørsmålene. Der det kommer tydelig fram har jeg hatt anledning til å se bort fra disse bidragene, men noen steder vil det være umulig for forskeren å skille hva respondenten baserer svaret sitt på. I intervjuene hadde jeg anledning til å opprettholde bevissthet om at vi bare skulle forholde oss til teknologi- og robotdelen av konkurransen, og denne begrensningen gjelder derfor ikke resultater og konklusjoner basert på de erfarne veiledernes bidrag. I likhet med mye av den tidligere forskningen som har blitt gjort på FLL, har også min studie en begrensning i at resultatene er basert på uttalelser fra veiledere, og ikke observasjoner fra praksis. Det betyr at

det kan være avstand mellom det lærerne opplever at de gjør, og det som faktisk skjer når de gjennomfører FLL med elevene.

Som tidligere nevnt har elever arbeidet med programmering gjennom FLL siden starten av 2000-tallet, men ikke hatt programmering eksplisitt i læreplanene i naturfag og matematikk før i år 2020 (Kunnskapsdepartementet, 2019a, 2019b). Basert på det som har kommet fram i studien vil jeg oppfordre veiledere i skolen til å la alle elever delta på alle delene av FLL, dersom man har en forventning og et mål om at de skal utvikle kompetanser innenfor algoritmiske problemløsningspraksiser i matematikk og naturfag, og andre ferdigheter knyttet til kompetanser for det 21. århundre. Dette vil nok også påvirke ressursbruk i klasser som gjennomfører FLL, slik at det må prioriteres å være nok voksne. Jeg ser et potensiale for å bygge opp basen av erfarne veiledere ved å tilby videreutdanning/kurs innenfor fagdidaktikk og robotprogrammering, der veiledere med minst ett års erfaring som veileder er i målgruppen. Gjennom denne typen kurs kan man få innføring i forskningsbaserte metoder som kan bidra til økt læring i FLL, men også heve kompetansen slik at man har forutsetninger for å oppfylle alle funksjonene en veileder kan ha. På bakgrunn av min antydning om at nye veiledere bare kan fylle halvparten av funksjonene som de erfarne veilederne med robotkompetanse kan, vil jeg derfor foreslå at det vurderes å lage et veilederkurs for viderekommende i FLL, eller et videreutdanningsemne i FLL-veiledning. Dette bør komme i tillegg til introduksjonskurs som allerede arrangeres av FIRST Scandinavia for helt nye veiledere. På bakgrunn av resultatene i min undersøkelse vil jeg i likhet med (Graffin et al., 2022; Ma & Williams, 2013) til slutt foreslå at det utføres videre forskning på veiledningspraksis som bidrar til elevenes utvikling av naturfag- og matematikk-kompetanse gjennom FLL. I denne forskningen bør en se på hvordan veiledererfaring kan påvirke mulighetene til å ta i bruk de forskningsbaserte metodene man mener er hensiktsmessige i FLL og i annen utforskende undervisning, samt hva slags kompetanse man trenger som veileder for å kunne bygge nødvendige støttestrukturer for at elevene skal kunne tilegne seg kompetansemålfestet læring gjennom FLL-konseptet. Det er også gjennomgående at forskning på FLL gjøres gjennom erfaringer fra veiledere, elever og andre som har gjennomført konkurransen. Videre forskning bør også ta i bruk metoder som observasjon, slik at man får innsikt i gjennomført læreplan, og ikke bare formell og oppfattet læreplan i FLL.

Litteraturliste

- Arís, N., & Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills. *Education Sciences, 9*(73), 1–15. <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Asselin, M. E. (2003). Issues to Consider When Doing Qualitative Research in Your Own Setting. *Journal for Nurses in Staff Development, 19*(2), 99–103. <https://doi.org/10.1097/00124645-200303000-00008>
- Bjønnnes, B., Johansen, G., & Byhring, A. K. (2019). Lærerens tilrettelegging av utforskende arbeidsmåter. I *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 102–133). Universitetsforlaget.
- Bjønnnes, B., & Kolstø, S. D. (2015). Scaffolding open inquiry: How a teacher provides students with structure and space. *Nordina, 11*(3), 223–237. <https://doi.org/10.5617/nordina.878>
- Bocconi, Chiocciariello, A., & Earp, J. (2018). *The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education*. Nordisk Ministerråd. <http://dx.doi.org/10.17471/54007>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC Canada. <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>
- Brevik, L. M., Gudmindsdottir, G. B., Aashamar, P. N., Barreng, R. L. S., Dodou, K., Doetjes, G., Hartvigsen, K. M., Hatlevik, O. E., Mathé, N. E. H., Roe, A., Siljan, H., Stovner, R. B., & Suhr, M. L. (2024). *Å jobbe utforskende på vg1 og vg2 Den enkelte lærers undervisning har mer å si enn fagenes egenart* (Rapporten er en del av Udirs evalueringsprogram for fagfornyelsen. Evalueringen pågår i perioden 2021 til 2025 3; Rapport 3 fra forsknings- og evalueringsprosjektet EDUCATE ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning). Universitetet i Oslo. <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/educate/rapporter/educate-rapport-3-2024.pdf>
- Crawford, B. A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. I *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (s. 529–556). Routledge.
- Dwivedi, R., Kumar, A., Babu, B., Grandhi, N., Meka, R., & Ahuja, V. (2021). The Role of Competitive Robotics in Providing Context to Classroom Learning and Technical Skill Development in School Age Students—A Survey of Current Avenues, Assessment, and Path Forward with Systematic Implementation. *Education Sciences, 11*(4), 167–186. <https://doi.org/10.3390/educsci11040167>
- Dwyer, S. C., & Buckle, J. L. (2009). The Space Between: On Being and Insider-Outsider in

- Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(1), 54–63.
<https://doi.org/10.1177/160940690900800105>
- FIRST Scandinavia. (u.å.-a). *Our concepts*. <https://www.firstscandinavia.org/our-concepts>
- FIRST Scandinavia. (u.å.-b). *Relevante kompetansemål Fagfornyelsen—Nye læreplaner 2020*.
<https://admin.hjernekraft.org/media/c0cbdxs/kompetansema-l-fll-kunnskapsloeftet-2020.pdf>
- FIRST Scandinavia. (u.å.-c). *Slik gjør du det*.
https://admin.hjernekraft.org/media/zbflg1r/no_slik-gjor-du-det.pdf
- FIRST Scandinavia. (2021). *FIRST LEGO League Scandinavia Årsrapport 2021*.
https://admin.hjernekraft.org/media/1kofjzbf/fl_a-rsrapport_2021-s.pdf
- FIRST Scandinavia. (2022). *FIRST LEGO League Scandinavia Årsrapport 2022*.
https://admin.hjernekraft.org/media/2tpfzrgc/fl_a-rsrapport_2022-web.pdf
- FIRST Scandinavia. (2023a). *FIRST LEGO League Årsrapport 2023*.
https://admin.hjernekraft.org/media/ggaf12q/fl_a-rsrapport_2023-s.pdf
- FIRST Scandinavia. (2023b). *Veilederheftet*.
https://admin.hjernekraft.org/media/mqsoii5x/no_veilederhefte23.pdf
- FIRST Scandinavia. (2024). *FLL Challenge Flyer 2024*.
https://admin.hjernekraft.org/media/hw2d4ukz/fl_challenge_flyer2024.pdf
- Gleiss, M. S., & Sæther, E. (2021). *Forskningsmetode for lærerstudenter* (1. utgave). Cappelen Damm Akademisk.
- Goodlad, J. I., Klein, M. F., & Tye, K. A. (1979). The Domains of Curriculum and Their Study. I J. Goodlad (Red.), *Curriculum Inquiry. The study of Curriculum Practice*. McGraw-Hill Book Company.
- Graffin, M., Sheffield, R., & Koul, R. (2022). ‘More than Robots’: Reviewing the Impact of the FIRST® LEGO® League Challenge Robotics Competition on School Students’ STEM Attitudes, Learning, and Twenty-First Century Skill Development. *Journal for STEM Educ Res*, 5, 322–343. <https://doi.org/10.1007/s41979-022-00078-2>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST*, 42(2), 99–107.
<https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Kaloti-Hallak, F., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2015). The Effectiveness of Robotics Competitions on Students’ Learning of Computer Science. *Olympiads in Informatics*, 9, 89–112.
<http://dx.doi.org/10.15388/ioi.2015.08>
- Kaloti-Hallak, F., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2019). The Effect of Robotics Activities on Learning the Engineering Design Process. *Informatics in Education*, 18(1), 105–129.
<https://doi.org/10.15388/infedu.2019.05>
- Kanebog, E. K., Simonsen, R. S., & Voll, L. O. (2022). Planleggingsverktøyet boblemodellen. *Naturfag*, 2022(1), 16–19.
https://www.naturfag.no/tidsskrift_nummer/vis.html?tid=2354839

- Kanuha, V. K. (2000). «Being» native versus «Going Native»: Conducting Social Work Research as an Insider. *Social Work*, 45(5), 439–447. <https://doi.org/10.1093/sw/45.5.439>
- Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). *Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform*. 38(6), 631–645. <https://doi-org.ezproxy.inn.no/10.1002/tea.1023>
- Knain, E., Bjønnes, B., & Kolstø, S. D. (2019). Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. I *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 70–102). Universitetsforlaget.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2019). Utforskende arbeidsmåter—En oversikt. I *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 15–43). Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2019a). *Læreplan i matematikk (MAT01-05)*. Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- Kunnskapsdepartementet. (2019b). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Kunnskapsdepartementet. (2023). *Kva er nytt i matematikk?* <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagspesifikk-stotte/nytt-i-fagene/hva-er-nytt-i-matematikk/>
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.-C., Nilsen, T., & Bergem, O. K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo. <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/2019/timss-2019-kortrapport.pdf>
- Ma, Y., & Williams, D. C. (2013). The potential of a first LEGO league robotics program in teaching 21st century skills: An exploratory study. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 6(2), 13–28. <https://doi.org/10.18785/jetde.0602.02>
- Menekse, M., Higashi, R., Schunn, C. D., & Baehr, E. (2017). The Role of Robotics Teams' Collaboration Quality on Team Performance in a Robotics Tournament. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 564–584. <https://doi.org/10.1002/jee.20178>
- Meschede, T., Warfield, M. E., Hoover, M., & Haque, Z. (2022). *FIRST® longitudinal study: 2021 survey results (96-month follow-up)*. Center for Youth and Communities Brandeis University. https://www.firstinspires.org/sites/default/files/uploads/resource_library/impact/first-longitudinal-study-impact-summary-findings-at-96-months.pdf
- Pea, R. D. (2004). The Social and Technological Dimensions of Scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education, and Human Activity. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 423–451. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1303_6
- Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen* (1. utgave). Cappelen Damm Akademisk.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>

- Sanne, A., Berge, O., Bungum, B., Jørgensen, E. C., Kluge, A., Kristensen, T. E., Mørken, K. M., Svorkmo, A.-G., & Voll, L. O. (2016). *Teknologi og programmering for alle*. <https://www.udir.no/globalassets/filer/tall-og-forskning/forskningsrapporter/teknologi-og-programmering-for-alle.pdf>
- Stewart, O. G., & Jordan, M. E. (2017). «Some explanation here»: A case study of learning opportunities and tensions in an informal science learning environment. *Instructional Science*, 45(2), 137–156. <https://www.jstor.org/stable/26303048>
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Algoritmisk tenkning*. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/digitalisering/algoritmisk-tenkning/>
- van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher-Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22, 271–296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

Vedlegg

Vedlegg 1 Vurdering fra SIKT

17.04.2024, 11:59

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer

797965

Vurderingstype

Standard

Dato

22.11.2023

Tittel

Masteroppgave i naturfagdidaktikk

Behandlingsansvarlig institusjon

Høgskolen i Innlandet / Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk / Institutt for pedagogikk og samfunnsfag - Hamar

Prosjektansvarlig

Thomas Frågåt

Student

Sofie Langseth Pedersen

Prosjektperiode

11.11.2023 - 15.05.2024

Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Lovlig grunnlag

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

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 15.05.2024.

[Meldeskjema](#)

Kommentar

OM VURDERINGEN

SIKT har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket. Vi har nå vurdert at du har lovlig grunnlag til å behandle personopplysningene.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Det er institusjonen du er ansatt/student ved som avgjør hvordan du må lagre og sikre data i ditt prosjekt og hvilke databehandlere du kan bruke. Husk å bruke leverandører som din institusjon har avtale med (f.eks. ved skylagring, nettspørreskjema, videosamtale el.).

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

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Se våre nettsider om hvilke endringer du må melde: <https://sikt.no/melde-endringer-i-meldeskjema>

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Lykke til med prosjektet!

Vedlegg 2 Samtykkeskjema intervju

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Mulighetene for å lære fag gjennom FIRST LEGO League – og hvordan veilederne arbeider for å veilede elevene gjennom konkurranseperioden?»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvilke metoder veiledere tar i bruk når de arbeider med teknologikonkurransen FIRST LEGO League, samt hvilken kompetanse elever kan utvikle gjennom deltakelsen. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene med prosjektet og hva deltakelsen vil innebære for deg.

Formål og kriterier

Formålet med forskningsprosjektet er å få en bedre forståelse for hvilke metoder erfarne veiledere bruker i arbeidet med elevene når de jobber mot teknologi- og robotkonkurranse i FLL. Dette forskningsprosjektet vil danne deler av datagrunnlaget for masteroppgaven min i naturfagdidaktikk. Oppgaven skal også sette søkelys på i hvilken grad elever kan arbeide mot naturfagkompetanse gjennom å arbeide med disse delene av FIRST LEGO League.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen i Innlandet (HiNN) er ansvarlig for forskningsprosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalgsriterier for intervjuobjekter er at man har vært veileder i FIRST LEGO League i flere år, og at man har veiledet den delen av konkurransen som innebærer teknologi- og robotkonkurranse. Du må også ha vært med på å veilede elever i skoleregi.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i forskningsprosjektet, innebærer det at du

- stiller opp på et intervju (45-60 min) der jeg tar lydopptak av svarene. Spørsmålene vil omhandle ulike deler av veilederrollen i teknologi- og robotdelen av FIRST LEGO League.

Samt at du

- fyller ut et spørreskjema i forkant av intervjuet (det vil ta deg 7-10 minutter). Spørreskjemaet inneholder ulike spørsmål om veilederrollen i konkurransen. Svarene dine vil registreres anonymt elektronisk.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig for deg å delta. Dersom du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi 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.

Personvern – hvordan jeg oppbevarer og bruker opplysningene

Jeg vil bare bruke opplysningene til formålene jeg har fortalt om i dette skrevet. Opplysningen behandles konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det er kun jeg og min veileder som vil ha tilgang til behandlingen av informasjon som dukker opp i forbindelse med dette prosjektet
- For å sikre at ingen andre får tilgang til personopplysningene, vil navnet og kontaktopplysningene erstattes med en kode som lagres på en egen navneliste adskilt fra øvrige data. Dersom det oppgis noen skole- eller kommunenavn i intervjuet blir dette erstattes med andre (fiktive) navn under transkripsjon, slik at det ikke kan gjenkjennes når masteroppgaven blir publisert.
- Intervjuene blir tatt opp med Nettskjema-diktafon. Det er en nettdatabase hvor lydopptaket automatisk blir kryptert umiddelbart etter innspilling. Filen lagres trygt der uten å bli lastet ned til min personlige datamaskin.
- Opptakene slettes etter transkripsjon.

Hva skjer med personopplysningene når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil avsluttes når masteroppgaven min blir godkjent. Det vil etter planen skje i juni/juli 2024 [Prosjektslutt 15.mai 2024]. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger slettes.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra HiNN har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

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

- Innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- Å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- Å få slettet personopplysninger om deg
- Å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, ta kontakt med:

- Høgskolen i Innlandet v/ veileder Thomas Frågåt, eller masterstudent Sofie Langseth Pedersen

Thomas Frågåt

thomas.fragat@inn.no

Sofie Langseth Pedersen

260847@stud.inn.no

- Vårt personverkombud: personvern@inn.no

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjeneste fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- E-post: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Thomas Frågåt

(Forsker/veileder)

Sofie Langseth Pedersen

(Masterstudent)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «*Mulighetene for å lære fag gjennom FIRST LEGO League – og hvordan veilederne arbeider for å veilede elevene gjennom konkurranseperioden*», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3 Intervjuguide

Nr.	Spørsmål	Oppfølgingsspørsmål
Innledning		
1	Hvilken alder er det på barn og ungdom du har vært veileder for i FLL? Hvor mange sesonger har du vært veileder? Fortell kort hvilken type veiledererfaringen du har i FLL. Fortell kort hvordan du lært det du kan om programmering?	
Kompetanse og erfaring hos veiledere		
2	I min undersøkelse viste det seg at halvparten av veilederne mente det var nødvendig å ha noe programmeringskompetanse som veileder, mens andre halvpart mente at det ikke var nødvendig. Hvordan stiller du deg til påstanden?	
Støttestrukturer – Rekruttering		
3	I undersøkelsen min svarte mange at de hadde veiledet samme elever maks 1 gang, mens andre svarte at de hadde opplevd å veilede elever gjennom flere år. Hvordan stemmer dette for deg?	Hvis flere år: Hvordan foregår arbeidet når elevene har vært med før? Opplever du at din veilederrolle endres dersom elevene har vært med før? I så fall hvordan?
4	FLL består av fire deler, og man kan si at det er et omfattende konsept å sette seg inn i. Hvordan introduseres og engasjeres elevene i FLL når de gjør dette for første gang?	
Støttestrukturer – Reduksjon av frihetsgrader		
5	Hvordan veileder du elevene til å velge oppdrag på robotbanen?	Opplever du at elevene selv identifiserer og fordeler oppgaver innad i laget?
6	Ofte kan veileder vite mye om hva som kan være lurt for elevenes løsninger uten at man har lyst til å si det – fordi man ønsker de skal få oppdage løsningene selv. Kan du fortelle litt om hvordan du balanserer dette?	
7	Kan du fortelle kort hvordan programmeringsopplæring foregår eller har foregått på lagene du har veiledet?	Hva er din rolle i dette arbeidet?
Støttestrukturer – Opprettholde retning i arbeidet. Peke ut viktige deler av oppgaven		
8	Hvordan opplever du at elevene klarer å holde retning i arbeidet og komme i mål med robotoppdrag og presentasjoner i tide til konkurransedagen?	Hvordan får de vite om regler, bestillinger som skal leveres på konkurransedagen etc.?
Støttestrukturer – Frustrasjonskontroll		
9	Veilederne i min undersøkelse forteller ofte at programmering byr på mye frustrasjon, men også mye mestring. Kan du trekke fram noen situasjoner der elevene ofte opplever mye frustrasjon?	Hva gjør du i disse situasjonene? Hva opplever du at du kan gjøre som veileder for å hindre at elevene blir så frustrert at de gir opp?
10	Ifølge undersøkelsen min tenker mange at teknologi- og robot er for alle elever, mens andre mener det ikke er det. Hva tenker du om dette?	Hvilke områder vil du trekke fram der elever opplever stor mestring? Hva trenger du å vite om ei elevgruppe for å kunne legge til rette for mestring?

Algoritmisk tenkning – forberede problemene for computational solution		
11	Se for deg elevenes prosess med å løse et robotoppdrag fra start til slutt. Hvor i denne prosessen er det din veilederrolle har mest betydning for elevenes mestring? Hvor mye av et oppdrag opplever du de løser med programmering, og hvor mye løses ved å lage gode verktøy?	
Algoritmisk tenkning – vurdere ulike løsninger		
12	<i>Det finnes ingen fasit på hvordan elevene skal tilnærme seg utfordringene som gis til dem i FLL.</i> Gjør du som veileder noe spesifikt for at elevene skal vurdere ulike løsninger og tilnærminger til robotoppdrag? Hva med ulike løsninger med koding, som å bruke sensor eller ikke, etc.?	
Algoritmisk tenkning – feilsøking og debugging		
13	38 av 40 respondenter på mitt spørreskjema svarer at elevene har arbeidet med feilsøking og debugging gjennom FLL. Opplever du at elevene har gode strategier for feilsøking og debugging? Hvordan utvikler de eventuelt strategier for dette?	
Algoritmisk tenkning – computer programming		
14	<i>Vi har flere begreper og kodeprinsipper som ofte snakkes om i kompetansemål i programmering i skolen; variabler, løkker, vilkår og funksjoner.</i> Hvordan erfarer du at elevene får arbeide med disse gjennom teknologi- og robotkamp i FLL?	
15	Ofte innebærer FLL at elevene skal lære en del om programmering. Har du noen tanker om hva du selv tenker du bør lærere elevene i løpet av en FLL-periode?	Hvordan leder du opplæring i programmering? Bruker du elev- og veilederheftene i din veiledningspraksis, og i så fall hvordan?
16	<i>For mange er den en balansegang mellom at elevene kan lære ny programmering, og at de kan utforske løsninger og kunnskaper selv.</i> Kan du fortelle noe om hvordan demonstrasjon eller modellering tas i bruk når du lærer elevene programmering?	Har du noen eksempler på hva du viser elevene eksplisitt? Har du noen eksempler på noe elevene må gruble og finne ut av selv?
Noen siste spørsmål		
17	Kan du fortelle litt om hvilken grad du opplever at man arbeider med kompetansemål i matematikk og naturfag (eller programmering) gjennom å arbeide med FIRST LEGO League?	
18	Opplever du at du har endret måten du veileder på etter hvert som du har opparbeidet deg mer erfaring? Har du noen eksempler på ting du ikke gjør lengre, eller noe du har begynt med etter hvert?	Tenk deg at du skal komme med tre råd til teknologi-veiledere. Nye eller erfarne. Hvilke tre råd ville du gitt?
19	<i>Noen skoler lar elevene være med ett år, mens andre legger opp til at de er med flere år gjennom ordinært skoleløp uten å lage privatlag.</i> Har du opplevd at det har effekt på elevenes programmeringskompetanse å være med flere år? I så fall kan du utdype dette?	
Avslutt		
20	Er det noe jeg ikke har spurt om eller som vi ikke har snakket om som du ønsker å legge til?	

Vedlegg 4 Dommerskjema teknologipresentasjon

Teknologi



Lagnr:	Lagnavn:	Dommergruppe:
--------	----------	---------------

Instruksjoner

Lagene bør vise dommerne hvordan de har oppnådd kriteriene.

Dommerskjemaet fylles ut under presentasjonen av roboten/programmeringen.

Dommerne krysser av i dommerskjemaet på ark eller digitalt (hjernekraft.org) for å indikere nivået på presentasjon og løsning.

I STARTFASEN	I UTVIKLING	OPPNÅDD	LEVERER OVER FORVENTNING
0-2 poeng	3-5 poeng	6-8 poeng	9-10 poeng
IDENTIFISERE - Laget har en tydelig definert strategi for oppdraget og har utforsket bygge- og programmeringsferdigheter de har hatt behov for.			
<input type="checkbox"/> Uklar oppdragsstrategi	<input type="checkbox"/> Delvis klar oppdragsstrategi	<input type="checkbox"/> Tydelig oppdragsstrategi	<input type="checkbox"/> Over forventning
<input type="checkbox"/> Laget viser ikke/lite at alle lagmedlemmer har lært bygge- og programmeringsferdigheter	<input type="checkbox"/> Ikke tydelig om alle lagmedlemmer har lært bygge- og programmeringsferdigheter	<input type="checkbox"/> Tydelig at alle lagmedlemmer har lært bygge- og programmeringsferdigheter	<input type="checkbox"/> Over forventning
DESIGNE - Laget har utarbeidet et innovativt design på roboten og en tydelig arbeidsplan, og har søkt hjelp ved behov.			
<input type="checkbox"/> Laget viser ikke at de har en effektiv plan	<input type="checkbox"/> Laget viser delvis at de har en effektiv plan	<input type="checkbox"/> Laget viser tydelig at de har en effektiv plan	<input type="checkbox"/> Over forventning
<input type="checkbox"/> Liten/ingen forklaring av innovative detaljer på roboten og koden	<input type="checkbox"/> Noe forklaring av innovative detaljer på roboten og koden	<input type="checkbox"/> Tydelig og god forklaring av innovative detaljer på roboten og koden	<input type="checkbox"/> Over forventning
UTVIKLE - Laget har utviklet en effektiv robot og en løsning på programmeringen som passer med deres oppdragsstrategi.			
<input type="checkbox"/> Liten/ingen forklaring på funksjonaliteten til roboten, utstyret og sensorene	<input type="checkbox"/> Enkel forklaring på funksjonaliteten til roboten, utstyret og sensorene	<input type="checkbox"/> Detaljert forklaring på funksjonaliteten til roboten, utstyret og sensorene	<input type="checkbox"/> Over forventning
<input type="checkbox"/> Uklar forklaring på hvordan koden får roboten til å oppføre seg	<input type="checkbox"/> Noe uklar forklaring på hvordan koden får roboten til å oppføre seg	<input type="checkbox"/> Tydelig forklaring på hvordan koden får roboten til å oppføre seg	<input type="checkbox"/> Over forventning
FORBEDRE - Laget har gjort gjentatte ganger testet roboten og koden deres for å identifisere forbedringsområder og integrert det de har funnet ut i løsningen deres.			
<input type="checkbox"/> Liten/ingen bevis på testing av robot og kode	<input type="checkbox"/> Noe bevis på testing av robot og kode	<input type="checkbox"/> Tydelig bevis på testing av robot og kode	<input type="checkbox"/> Over forventning
<input type="checkbox"/> Liten/ingen bevis på forbedring underveis	<input type="checkbox"/> Noe bevis på forbedring underveis	<input type="checkbox"/> Tydelig bevis på forbedring underveis	<input type="checkbox"/> Over forventning
KOMMUNISERE - Lagets presentasjon av teknologi (robotdesign og programmering) var effektiv og viste hvordan laget hadde involvert alle lagmedlemmene.			
<input type="checkbox"/> Uklar forklaring på prosessen	<input type="checkbox"/> Noe uklar forklaring på prosessen	<input type="checkbox"/> Tydelig forklaring på prosessen	<input type="checkbox"/> Over forventning
<input type="checkbox"/> Viser ikke at alle lagmedlemmene har vært involvert	<input type="checkbox"/> Viser i noen grad at alle lagmedlemmene har vært involvert	<input type="checkbox"/> Viser tydelig at alle lagmedlemmene har vært involvert	<input type="checkbox"/> Over forventning

Tilbakemeldinger til laget

Godt jobbet:

Tenk litt mer på: