



Implementering af STEM i grundskolen

- Gennem et online læringsnetværk

Marie-Louise Krarup,
Jakob Holm Jakobsen,
Michelle Kyk,
Malene Hermann Jensen
Speciale – Kandidat i STEM-undervisning

Vejleder: Katia Bill Nielsen

IND's studenterserie nr. 108, 2022



INSTITUT FOR NATURFAGENES DIDAKTIK, www.ind.ku.dk

Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

IND's studenterserie

70. Jakob Holm: The Implementation of Inquiry-based Teaching (2019)
71. Louise Uglebjerg: A Study and Research Path (2019)
72. Anders Tørring Kolding & Jonas Tarp Jørgensen: Physical Activity in the PULSE Exhibit (2019)
73. Simon Arent Vedel: Teaching the Formula of Centripetal Acceleration (2019)
74. Aputsiaq Bent Simonsen: Basic Science Course (NV) (2019)
75. Svenning Helth Møller: Peer-feedback (2019)
76. Lars Hansen & Lisbeth Birch Jensen: Feedbackformater på Mulernes Legatskole (2019)
77. Kirsi Inkeri Pakkanen: Autobiographical narratives with focus on science (2019)
78. Niels Jacob Jensen: Engineering i naturen og på naturskolen (2019)
79. Yvonne Herguth Nygaard: Diskursanalyse af litteraturen og hos lærer i forbindelse med brugen af eksterne læringsmiljø, med en underviser tilknyttet (2019)
80. Trine Jørgensen: Medborgerskab i naturfagsundervisningen på KBHSYD (2019)
81. Morten Terp Randrup: Dannelse i Fysik C (2019)
82. Thomas Møllergaard Amby: Undersøgelses baseret naturfagsundervisning og science writing heuristic (2019)
83. Freja Elbro: Important prerequisites to understanding the definition of limit (2019)
84. Mathilde Sexauer Bloch Kloster: Inquiry-Based Science Education (IBSE) (2019)
85. Casper Borup Frandsen: Undersøgelsesbaseret undervisning i idrætsundervisningen på gymnasieskolen (2019)
86. Vibeke Ankjer Vestermarken: An Inquiry Based Introduction to Binomial Distributions (2019)
87. Jesper Jul Jensen: Formativ evaluering og faglige samspil i almen studieforberedelse (2020)
88. Karen A. Voigt: Assessing Student Conceptions with Network Theory - Investigating Student Conceptions in the Force Concept Inventory Using MAMCR (2020)
89. Julie Hougaard Overgaard: Using virtual experiments as a preparation for large scale facility experiments (2020)
90. Maria Anagnostou: Trigonometry in upper secondary school context: identities and functions (2020)
91. Henry James Evans: How Do Different Framings Of Climate Change Affect Pro-environmental Behaviour? (2020)
92. Mette Jensen: Study and Research Paths in Discrete Mathematics (2020)
93. Jesper Hansen: Effekten og brugen af narrative læringsspil og simuleringer i gymnasiet (2020)
94. Mie Haumann Petersen: Bilingual student performance in the context of probability and statistics teaching in Danish High schools (2020)
95. Caroline Woergaard Gram: "Super Yeast" - The motivational potential of an inquiry-based experimental exercise (2021)
96. Lone Brun Jakobsen: Kan man hjælpe elever forståelse af naturvidenskab ved at lade dem formulere sig om et naturvidenskabeligt emne i et andet fag? (2021)
97. Maibritt Oksen og Morten Kjølner Hegelund: Styrkelse af motivation gennem Webinar og Green Screen (2021)
98. Søren Bystrup Jacobsen: Peer feedback: Fra modstand til mestring? (2021)
99. Bente Gulbrandsen: Er der nogen, som har spurgt en fysiklærer? (2021)
100. Iben Vernegren Christensen: Bingoplader i kemiundervisningen – en metode til styrkelse af den faglige samtale? (2021)
101. Claus Axel Frimann Kristinson Bang: Probability, Combinatorics, and Lesson Study in Danish High School (2021)
102. Derya Diana Cosan: A Diagnostic Test for Danish Middle School Arithmetics (2021)
103. Kasper Rytter Falster Dethlefsen: Formativt potentiale og udbytte i Structured Assessment Dialogue (2021)
104. Nicole Jonassen: A diagnostic study on functions (2021)
105. Trine Nørgaard Christensen: Organisatorisk læring på teknisk eux (2021)
106. Simon Funch: Åben Skole som indgang til tværfagligt samarbejde (2022)
107. Hans-Christian Borggreen Keller: Stem som interdisciplinær undervisningsform (2022)
108. **Marie-Louise Krarup, Jakob Holm Jakobsen, Michelle Kyk & Malene Hermann Jensen: Implementering af STEM i grundskolen (2022)**

IND's studenterserie omfatter kandidatspecialer, bachelorprojekter og masterafhandlinger skrevet ved eller i tilknytning til Institut for Naturfagenes Didaktik. Disse drejer sig ofte om uddannelsesfaglige problemstillinger, der har interesse også uden for universitetets mure. De publiceres derfor i elektronisk form, naturligvis under forudsætning af samtykke fra forfatterne. Det er tale om studentearbejder, og ikke endelige forskningspublikationer.

Se hele serien på: www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/



Implementering af STEM i grundskolen

- Gennem et online læringsnetværk



Kandidatspeciale

Marie-Louise Krarup, Jakob Holm Jakobsen, Michelle Kyk &
Malene Hermann Jensen

Vejleder: Katia Bill Nielsen

Afleveret den: 31. maj 2022

Anslag: 242.295

Abstract

In the recent decades we have seen an increase in the need for STEM-competencies to accommodate the ongoing challenges in our society. It is not until recently that STEM-teaching has been put on the agenda in Denmark's primary school, and the acronym STEM is still relatively unclear to a big part of the teachers. Some have never heard of it, while others are uncertain of their conception of it.

In this thesis we seek to understand which challenges and opportunities the primary school teachers see in implementing STEM-teaching into their practices, and how the use of online learning networks can support the teachers' professional development (TPD) towards applying a STEM-approach into their classroom practices.

The data is collected and analyzed through a mixed method design consisting of two questionnaires, several interviews, and observation through an online learning network in which we were moderators. The goal of the online learning network was to inspire and scaffold the teachers' implementation of STEM. This was done by offering the teachers a variety of STEM-based activities and teaching courses in addition to three webinars and weekly posts about STEM-related subjects and activities.

Based on the data we've collected we found that it takes time and effort to implement STEM, and it is not without challenges, among which the teachers mentioned time as one of the biggest issues. Some participants experienced an excitement about STEM, as they saw their students were more motivated and engaged in the class than usual. While some have tried multiple courses or activities, other participants are yet to implement STEM. We experienced different levels of TPD among the teachers but can conclude that all the participants that have started an implementation of STEM, has also begun a TPD. In final we conclude that the learning network has been supporting those participants that tried to implement STEM, even though the participants have not been using the full potential of the network.

Indholdsfortegnelse

FIGURLISTE	3
TABELLISTE	3
INDLEDNING	4
PROBLEMFOMULERING	5
TEORI	6
IMPLEMENTERING	6
<i>Implementeringsmodeller</i>	8
<i>Planlægning af undervisning</i>	10
IMPLEMENTERING OG PLANLÆGNING AF UNDERVISNING	12
STEM-UNDERVISNING	13
<i>Implementering af STEM-undervisning</i>	15
<i>En didaktisk ramme for STEM i den danske grundskole</i>	17
PROFESSIONEL UDVIKLING AF LÆRERE	20
NETVÆRK FOR LÆRERES PROFESSIONELLE UDVIKLING	24
<i>Professionelt online læringsnetværk</i>	26
OPSUMMERING	28
METODE	28
UNDERSØGELSESDESIGNET	29
<i>Netværket</i>	30
MIXED METHODS	33
SPØRGESKEMA	36
INTERVIEW	39
OBSERVATION	41
ANALYSEMETODE	44
<i>Statistisk analyse</i>	44
<i>Tematisk analyse</i>	46
<i>Mixed analyse tilgang</i>	48
ANALYSE	50
DELTAGERNES BAGGRUND	51
PLANLÆGNING AF UNDERVISNING	54
LÆRERNES KENDSKAB TIL STEM-UNDERVISNING	56
<i>Hvad oplever lærerne, at eleverne får ud af STEM?</i>	59

BEGRÆNSNINGER OG RAMMER.....	62
<i>Begrænset viden om STEM.....</i>	62
<i>Strukturelle udfordringer.....</i>	63
<i>Stilladsering.....</i>	65
<i>Samarbejde med andre lærere.....</i>	66
<i>Afrunding af begrænsninger og rammer</i>	67
DELTAGERNES BRUG AF NETVÆRKET	67
<i>Facebook</i>	68
<i>Google Drev.....</i>	69
<i>Webinarerne.....</i>	71
IMPLEMENTERING AF STEM-UNDERVISNING PÅ BAGGRUND AF DELTAGELSE I NETVÆRKET	73
DELTAGERNES PROFESSIONELLE UDVIKLING	77
DISKUSSION	81
STEM-TILGANGE.....	81
IMPLEMENTERING AF STEM	85
ONLINE LÆRINGSNETVÆRK.....	89
<i>Roller i onlinenetværket</i>	90
<i>Rekruttering til netværket.....</i>	92
BOTTOM-UP VS. TOP-DOWN	93
PROFESSIONEL UDVIKLING	95
UNDERSØGELSESDESIGNETS BETYDNING	98
KONKLUSION	100
PERSPEKTIVERING.....	102
LITTERATUR	104
BILAG.....	109
BILAG 1: HIIM OG HIPPE'S RELATIONSMODEL.....	109
BILAG 2: SMTTE-MODEL.....	110
BILAG 3: INVITATION TIL NETVÆRKET	111
BILAG 4: VELKOMSTBREV TIL DELTAGERE I NETVÆRKET	112
BILAG 5: DEN STEM-DIDAKTISKE PLANLÆGNINGSMODEL	113
BILAG 6: SPØRGESKEMA 1.....	114
BILAG 7: OVERBLIKSRAPPORT SPØRGESKEMA 1.....	119
BILAG 8: SPØRGESKEMA 2.....	122
BILAG 9: OVERBLIKSRAPPORT SPØRGESKEMA 2.....	126
BILAG 10: INTERVIEWGUIDE 1. INTERVIEW	129
BILAG 11: INTERVIEWGUIDE 2. INTERVIEW	131

Figurliste

Figur 1: Model over sammenhængen mellem interventionsviden og implementeringsviden.....	7
Figur 2: Lærerkommissionens undersøgelse om undervisningsmaterialer og anciennitet	11
Figur 3: En STEM didaktik	18
Figur 4: Guskeys model for hvordan professionel udvikling.....	20
Figur 5: Model for TPD.....	21
Figur 6: Quest-rytmen	23
Figur 7: Model af vores undersøgelsesdesign	29
Figur 8: Mixed Methods Broadly Speaking	34
Figur 9: Levels of participation (Netnography).....	43
Figur 10: Erfaring med STEM og undervisningsfag (Spørgeskema 1)	46
Figur 11: Respondenternes besvarelse af hvilke fag de underviser i (Spørgeskema 1).....	51
Figur 12: Deltagende læreres besvarelser af, hvilke fag de underviser i (Spørgeskema 1)	52
Figur 13: Respondenternes undervisningserfaring (Spørgeskema 1).....	53
Figur 14: Deltagende læreres undervisningserfaring (Spørgeskema 1)	53
Figur 15: Respondenternes besvarelser undervisningsplanlægning (Spørgeskema 1)	54
Figur 16: Påvirkning af den professionelle udvikling (Spørgeskema 2)	80
Figur 17: Model over hierarkisk system i et top-down-perspektiv.....	94

Tabelliste

Tabel 1: Faser i den tematiske analyse efter Braun & Clarke	47
Tabel 2: Spørgsmål om kendskabet til STEM. (Spørgeskema 1)	57
Tabel 3: Spørgsmål om viden om STEM-undervisning. (Spørgeskema 1)	57
Tabel 4: Vigtige kendetegn for STEM-undervisning (Spørgeskema 1)	58
Tabel 5: Oversigt over ændring ved deltagelse i projektet (Spørgeskema 2)	75
Tabel 6: Uddrag af deltagernes tanker om Facebook-gruppen (Spørgeskema 2).....	76

Indledning

I vores efterhånden meget komplekse verdenssamfund, stilles der til stadighed større og større krav til forudsætninger for, at individet skal kunne indgå i og bidrage til samfundets fortsatte udvikling. Til dette kan tilføjes de stadigt stigende informationsmængder, fra nær og fjern, som elever skal lære at navigere i (Trust, 2012). Her er der naturligt et vist pres på de undervisere, der skal hjælpe eleverne på vej ud i netop dette samfund.

I Danmark er der fastsat en naturvidenskabsstrategi, som har de to målsætninger at:

”Flere børn og unge skal interessere sig for naturfag i folkeskolen samt vælge naturvidenskabelige gymnasiefag og erhvervsfaglige STEM-uddannelser”

”Flere børn og unge skal være meget dygtige i naturvidenskabelige fag og erhvervsfaglige STEM-uddannelser.” (Undervisningsministeriet, 2018)

En af i alt fem indsatsområder i den danske naturvidenskabsstrategi, er dygtiggørelse af læreres faglige og didaktiske kompetencer inden for naturfagene. Vi mener derfor, at det er vigtigt med fokus på lærernes professionelle udvikling (TPD¹), for at imødekomme en implementering, af STEM-undervisning i den danske grundskole. Ved implementering forstås en omsætning af viden til praksis, som medfører en udvikling eller forandring af praksis (Albers, Høgh, Månsson, 2015). Vi lever i et videnssamfund, hvor der hastigt genereres ny viden, både naturfagligt og naturfagsdidaktisk (Krogh, 2016). Derfor skal undervisere fortsat udvikle deres professionalitet og indtænke nye indholdsområder, tilgange og metoder. En undervisningstilgang indeholder de didaktiske overvejelser, som læreren gør sig før, under og efter en undervisning, med afsæt i teorier og praksisser (emu, 2021) En af de nyere tilgange er undervisning i STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics), hvor der på tværs af discipliner kan opøves kvalifikationer i at kunne håndtere transdisciplinære problemstillinger (Bybee, 2013; Michelsen, 2021). Begrundelserne for at undervise i STEM er mange, eksempelvis for bedre at kunne skabe muligheder for, at elever kan arbejde med tværfaglige problemstillinger, hvilket er med til at øge den enkelte elevs faglige præstationer eller for samfundets øgede muligheder for at kunne rekruttere egnede STEM-kandidater efter endt uddannelse (Larsen, Kristensen, Hjort & Seidelin, 2022). Selv om der er øget fokus på akronymet STEM, og at det efterhånden ses i et eller andet omfang

¹ TPD står for Teacher Professional Development, som er den internationale term for lærerens professionelle udvikling (Krogh, 2016)

på alle uddannelsesniveauer, er der dog udfordringer for lærerne, da der ikke er en konsensus om begrebets definition. Derudover er der udfordringer med, hvorledes STEM-didaktikken skal forstås, da der traditionelt set er mange fagspecifikke metoder og tilgange til de enkelte STEM-indholdsområder, og herunder ændringer af den vanlige forståelse af undervisningens indhold (Larsen et al., 2022).

I et tidligere projekt, tre af os har lavet i forbindelse med studiet, har vi udviklet og forbedret en model til planlægning af STEM-undervisning. Modellen, som vi kalder den STEM-didaktiske planlægningsmodel, er et planlægningsredskab til STEM-undervisning. I det projekt deltog fem lærere, som skulle anvende og afprøve modellen til planlægning af deres undervisning. I den forbindelse erfarede vi, at flere af de deltagende lærere i projektet ikke havde kendskab til STEM, og nogle havde blot et lille kendskab, det var derfor svært for lærerne at planlægge deres egne STEM-forløb (Kyk, Jakobsen & Krarup, 2022). Vi har efter disse erfaringer overvejet, hvordan lærere kan understøttes i at implementere STEM-undervisning i egen praksis. Derfor vil vi i dette projekt skabe en database med STEM-undervisningsforløb, der er færdigproduceret, så lærerne kan anvende færdige forløb og derigennem udvikle deres kendskab til STEM og måske blive inspireret til at planlægge STEM-undervisningsforløb. Denne database er en del af et online læringsnetværk, hvor deltagende lærere kan finde sparring og inspiration til egen undervisning med fokus på STEM.

Formålet med denne mixed methods undersøgelse er derfor at se, hvordan de deltagende lærere igennem et online læringsnetværk understøttes i implementering af STEM-undervisning, ved deling af inspiration og relevante materialer, herunder færdige forløb og aktiviteter. Det skal her pointeres, at undersøgelsens fokus er på læreres oplevelser af implementering af STEM i grundskolen. Samtidig giver netværket mulighed for at videndele og kommentere på andres og egne gjorte erfaringer. Dette leder os frem til vores problemformulering, som lyder:

Problemformulering

Hvilke muligheder og udfordringer oplever lærere ved implementering af STEM-undervisning og hvordan kan et online læringsnetværk understøtte læreres professionelle udvikling i forhold til at anvende en STEM-tilgang i deres undervisning?

Teori

I dette teoriafsnit vil vi starte med at introducere begreberne implementering og planlægning. Det gør vi for at skabe en forståelse for, hvad begreberne dækker over og deres indbyrdes overlap, samt hvilke forskellige trin, der skal til for, at der kan ske en implementering af en ny undervisningstilgang. Herefter vil vi undersøge nærmere, hvordan teorien definerer STEM-undervisning, for på den måde at komme frem til vores forståelse af begrebet STEM-undervisning. Efter dette vil vi kigge på studier af, hvilke muligheder og barrierer der opstår i forbindelse med implementering af STEM-undervisning. Derefter vil vi fremhæve nogle danske bud på, hvordan en STEM-didaktisk ramme for STEM-undervisning kan være. Efterfølgende vil vi gennem litteraturen undersøge, hvordan lærers professionelle udvikling foregår, samt hvilke processer de skal igennem for at udvikle sig. Dette beskriver vi, for det kunne være en måde, lærere kan implementere STEM-undervisning på. Derunder vil vi kigge på et udviklingsprojekt, der har forsøgt at undersøge læreres professionelle udvikling, for at vi kan trække på deres erfaringer i vores egen undersøgelse. Til sidst i teoriafsnittet, vil vi gennem litteraturen beskrive, hvordan et læringsnetværk kan opbygges. Undervejs i teoriafsnittet vil vi forholde os til, hvorledes vi anvender teorien i vores analyse.

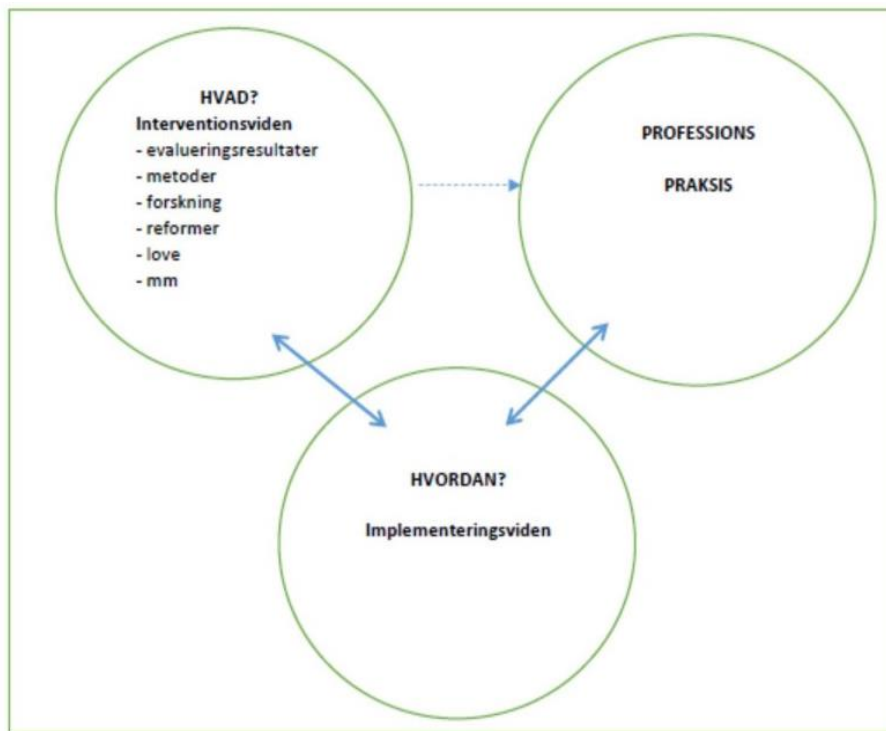
Implementering

Vi finder det væsentligt, når vi anvender et begreb som implementering i vores problemformulering at tydeliggøre, hvordan implementering kan defineres ud fra teorien. Implementering er ifølge ordnet.dk defineret som: *”det at sætte noget i kraft eller føre det ud i livet”*. Her kan der dog stilles spørgsmålstejn ved både hvad ”noget” er og hvordan man fører dette ”noget” ud i livet. Ifølge Albers, Høgh & Månsson (2015) kan implementering forstås som: *”det led, der binder „viden“ og „praksis“ sammen ... og viser vejen til at omsætte en vision, plan, model, et program, koncept, en intervention eller lignende til virkelighed.”* (s. 11). Dette er blot én forståelse af, hvordan implementering kan opfattes, men i implementeringsforskningen findes der mange forskellige bud på definitioner af implementering som begreb (Lund & Hansen, 2018). To af disse definitioner lyder således:

”Implementering handler om at omsætte ideer, teorier og planer til konkrete handlinger, om at oversætte og transformere viden til praksis. Implementering er et kompliceret og omfattende forskningsområde” (Roland, 2015 ref. I: Lund & Hansen, 2018, s. 8).

“A specified set of activities designed to put into practice an activity or program of known dimensions” (Fixsen, Naoom, Blase, Friedman & Wallace, 2005, s. 5).

Ud fra ovenstående definitioner ser vi, at der er nogle fællestræk, som er, at der skal ske en aktiv handling, som har en teoretisk forankring, for at ændre det eksisterende. Dette har Lund & Hansen (2018) samlet i nedenstående model (figur 1), hvor det ses, at implementering er bindeleddet ”hvordan?” mellem ”hvad?” og ”praksis”. Dette er meget lig Albers et. als (2015) definition af implementering. ”Hvad?” består i modellen af en interventionsviden, dette er kendetegnet ved at være teori eller forskningsviden omkring et bestemt genstandsfelt, men denne viden har ikke et bud på, hvordan den omsættes til praksis. Det er her implementeringsviden kommer til sin ret, da det netop er ”hvordan?” denne viden bliver udført i praksis (Lund & Hansen, 2018).



Figur 1: Model over sammenhængen mellem interventionsviden og implmenteringsviden (Lund & Hansen, 2018)

Her er vi kommet med forskellige definitioner af, hvordan begrebet implementering kan forstås. Herefter vil vi se på, hvilke steps der er i en implementeringsproces, dette vil vi gøre ved at præsentere forskellige implementeringsmodeller i det følgende afsnit.

Implementeringsmodeller

Hensigten med dette afsnit er at beskrive, hvordan en implementeringsmodel kan se ud, med det formål at blive klogere på de processer, som kan ligge bag lærerens implementering af STEM-undervisning. Vi har således ikke anvendt en implementeringsmodel i vores projekt, men ønsker at nå til en bedre forståelse af, hvad der kræves af en implementeringsproces, for på den måde senere at kunne analysere, hvilket stadie i implementeringen de deltagende lærere befinder sig i, samt finde svar på, hvad der ligger til grund for deres udbytte af implementeringen.

Der findes en lang række forskellige implementeringsmodeller såsom: CFIR (Consolidated Framework for Implementation Research), PARiHS (Promoting Action on Research Implementation in Health Services) og EPIS (Exploration, Preparation, Implementation and Sustained Implementation Framework) (Albers et al., 2015). I Danmark er de mest anvendte modeller AIF (Active Implementation Frameworks) og Gennembrudsmetoden (Albers, Høgh & Månsson, 2015), hvorfor vi vil forholde os til disse to. Særligt for AIF er, at den intervention, som ønskes implementeret skal være grundigt operationaliseret, samt at det skal være muligt at lave en opfølgende måling på kvalitetsindikatorer. Indsatsen behøver ikke nødvendigvis at være evidensbaseret, selvom AIF er udviklet under stærk påvirkning af evidensbevægelsen (Albers et al., 2015). AIF består desuden af fire grundantagelser:

1. Implementering bygger på operationelle tiltag
2. Implementering foregår i faser
3. Implementering påvirkes af implementeringskræfter
4. Implementering forudsætter implementeringskapacitet

(Albers et al., 2015).

Den første grundantagelse handler således om, det arbejde der går forud for implementeringen, altså udviklingen af den indsats som ønskes implementeret. Det kan være definering af det problem, som indsatsen skal løse, hvilken målgruppe man sigter efter eller hvilke ressourcer og aktiviteter implementeringen baseres på (Albers et al., 2015). Den anden grundantagelse tager udgangspunkt i, at enhver implementeringsproces har forskellige faser, som vil være forskellig fra hinanden og kræve noget forskelligt. Opstartsfasen vil således kræve noget særligt, da der endnu ikke er opbygget nogen form for rutine i de nye tiltag (Albers et al., 2015). Den tredje grundantagelse beror på, at en implementeringsproces altid vil kunne påvirkes af kræfter, i form af ledelse, kompetencer og organisatoriske rammer,

uanset hvor i implementeringsprocessen man befinder sig (Albers et al., 2015). Den fjerde grundantagelse omhandler implementeringens kapacitet. Det kan være krævende at implementere nye tiltag, og for at sikre at implementeringen får den fulde opmærksomhed, der kræves, kan det være en god idé at have implementeringsteams, der er sammensat tværdisciplinært, som følger implementeringen fra start til slut (Albers et al., 2015).

I den anden grundantagelse ovenfor, der beskriver AIF en implementering, som en proces bestående af de fire faser: *eksploration*, *installering*, *begyndende implementering* og *fuld implementering* (Albers et al., 2015). En implementering sker således i faser, men ikke nødvendigvis lineært. Den skal snarere ses som en cirkulær iterativ proces, som bevæger sig afhængigt af implementeringens betingelser. Når en betingelse ændrer sig, vil det dermed være nødvendigt at bevæge sig over i den mest naturlige fase. Efterhånden som implementeringen skrider fremad, vil man til sidst ende i den fase, som kaldes fuld implementering. I eksplorationsfasen defineres problemet og indsatsen identificeres, mens der i installeringsfasen forberedes mod implementering herunder forberedelse af medarbejdere og ledere. I den begyndende implementering tages den nye praksisform i anvendelse, hvilket kan være en krævende fase. Ved den fulde implementering vil den nye praksis være i fuldt brug og køre rutinemæssigt efter hensigten (Albers et al., 2015).

Den anden implementeringsmodel vi her vil præsentere, er den, som kaldes gennembrudsmetoden, der i internationale sammenhænge kaldes for The Breakthrough Series og er udviklet af Institute for Healthcare Improvement (IHI) (Albers et al., 2015). Konteksten spiller en afgørende rolle i gennembrudsmetoden, og det er her vigtigt, at alle interventioner afprøves og tilpasses i den lokale kontekst, før de kan implementeres. Ved hjælp af frontpersoner fokuseres der på lokale læringsprocesser og organisationsudvikling, hvilket medfører, at implementeringsprocessen kan have en høj grad af bottom-up styring (Albers et al., 2015). Denne tilgang giver plads til, at der i implementeringsprocessen kan blive en samskabelsesproces mellem fagperson og slutbruger, hvilket kan føre til forbedringer af praksis (Albers et al., 2015). I gennembrudsmetoden er arbejdet organiseret i et større netværk med to formål. Det første er, at deltagerne udveksler erfaringer løbende om de interventioner, de arbejder med, og omkring implementeringen af interventionerne i forskellige organisatoriske kontekster (Albers et al., 2015). Dermed er det gennem en fælles refleksion og læring, at interventionen omsættes til praksis, hvor implementeringsbarrierer løbende forsøges imødekommet. Det andet formål går ud på, at fordi implementeringen

foregår gennem et netværk, så kan dette netværk være med til at øge hastigheden, hvormed interventionen spredes til nye organisationer.

De to præsenterede modeller, AIF og gennembrudsmodellen er to forskellige bud på, hvordan en implementeringsproces kan planlægges og gennemføres. Et par af de væsentlige forskelle ved de to modeller er, at AIF-modellen ofte tænkes i større skala implementeringer, mens gennembrudsmodellen også ses anvendt i mindre skala. Samtidig er AIF-modellen tænkt ud fra et evidensbaseret princip, mens gennembrudsmodellen er tilnærmelsesvist mere erfaringsbaseret, hvilket i særdeleshed kommer til udtryk i dens kontekstafhængige tilpasning.

Planlægning af undervisning

I ovenstående har vi fortalt om det at implementere ny praksisser gennem implementeringsmodeller i sit professionelle virke. For at se på hvordan lærere kan implementere en ny tilgang - altså STEM-undervisning, så er vi nødt til også at se på, hvordan lærere planlægger undervisning. Da planlægning er en del af de aktiviteter, som kan anses som værende en del af det "hvordan?" der indgår i implementeringen (Lund & Hansen, 2018). I dette afsnit vil vi afklare, hvordan lærere planlægger deres undervisning i praksis.

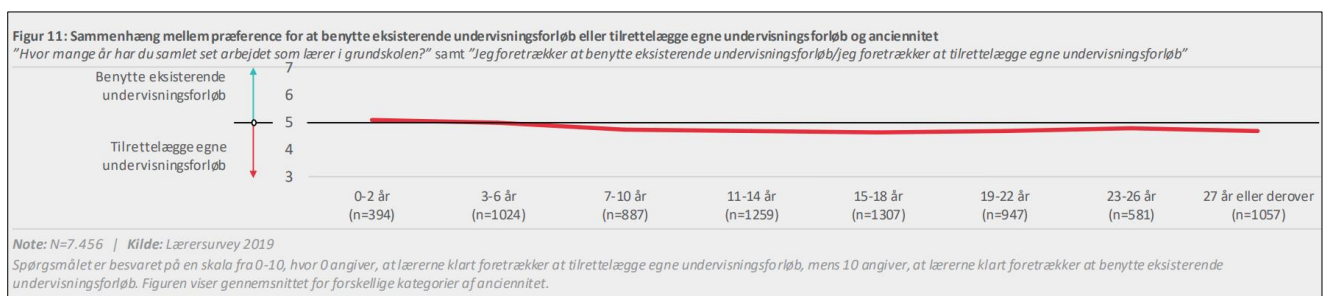
I Danmark står det undervisende personale ifølge folkeskoleloven § 18 stk. 2 for undervisningens planlægning og tilrettelæggelse, således at alle elever udvikler sig fagligt og alsidigt. Det påhviler dog skolelederne at sikre, at dette sker. Det undervisende personale er ofte en lærer, derfor er det den individuelle lærer, der står for planlægning og tilrettelæggelse af undervisningen. Derfor er der ikke én måde, hvorpå undervisning bliver planlagt.

Der findes en del teori omkring, hvordan man kan planlægge sin undervisning bl.a. ud fra forskellige didaktiske modeller som SMTTE (Rasmussen, 2006) eller mere fagspecifikke modeller som 6F-modellen (Madsen, Evans & Bruun, 2020). Vi er i denne undersøgelse dog mest interesserede i, hvordan og med hvilke tanker og overvejelser lærere gør sig i den daglige planlægning af undervisning.

Det har imidlertid vist sig ved en litteratursøgning at være mere sparsomt med resultater på, hvordan lærere egentlig planlægger undervisningen, når dagligdagen melder sig. Desuden var det især mangelfuldt med resultater for artikler omhandlende dette i danske grundskoler. Vi har dermed ikke fundet nogle store undersøgelser omkring emnet i dansk kontekst. Derfor kunne det tyde på, at det er et felt, der ikke er undersøgt specielt meget. Danmarks

Evalueringsinstitut (EVA) har dog lavet en rapport om, hvor de har udvalgt en række lærere, som de har fulgt og beskrevet, hvordan de gennemfører deres undervisning (EVA, 2014). Noget af det de har fundet frem til, er at lærere tit trækker på deres erfaringer, hvis de har afprøvet noget tidligere, der virkede godt, så har de en tendens til at indtænke det igen. Det som lærere mener virker godt, er aktiviteter, der får eleverne til at blive mere deltagende og vise større engagement, det kunne fx være brug af mobiltelefoner eller bevægelse i undervisningen, mens aktiviteter der har virket mindre godt, ikke så tit indtænkes igen (EVA, 2014). Lærerne i EVA's (2014) undersøgelse forklarer også, at de prøver at skabe referencer til elevernes hverdag, således at det abstrakte eleverne skal lære, bliver konkretiseret ved at blive knyttet til i forvejen kendte ting.

En anden undersøgelse om lærere, er en undersøgelse lavet af Lærerkommissionen i 2019. Undersøgelsens formål har været at identificere de vigtigste faktorer for kvalitet i undervisningen, arbejdsmiljø og professionel kapital. Her har de bl.a. undersøgt om lærere foretrækker at planlægge undervisningsforløb selv eller benytte eksisterende forløb. Den undersøgelse (se figur 2) viser, at gennemsnittet veksler mellem at planlægge egne undervisningsforløb og at anvende eksisterende undervisningsforløb. Der er ikke en tydelig tendens for præference for det ene eller andet på baggrund af anciennitet, men lærere ønsker både at fremstille selv og anvende eksisterende materialer (Lærerkommissionen, 2019). Undersøgelsen peger også på, at lærere generelt gerne vil veksle mellem forberedelse alene og i teams.



Figur 2: Sammenhæng mellem præference for at benytte eksisterende undervisningsforløb eller tilrettelægge egne undervisningsforløb og anciennitet. Lærerkommissionen (2019, s. 50).

Dette er de undersøgelser, vi har fundet, der fortæller noget om lærerens planlægning af undervisning, men da det som nævnt, er et felt, der ikke er så velundersøgt, vil vi også selv undersøge hvordan, lærere planlægger deres undervisning. Vi kan ligeledes bruge undersøgelsen fra Lærerkommissionen til at se, at lærerne gerne vil anvende undervisningsforløb der er planlagt på forhånd. Derfor udvikler og opretter vi en database med STEM-undervisningsforløb for at understøtte lærernes afprøvning og implementering af

STEM. I denne database er der færdigudviklede forløb og aktiviteter, men deltagerne har også selv mulighed for at uploade egne forløb. Dermed tilgodeser vi lærernes ønske ifølge Lærerkommissionen (2019) om både at kunne afprøve færdigt materiale og mulighed for selv at udvikle nyt materiale. Databasen vil blive beskrevet nærmere i et senere afsnit, under afsnittet *Undersøgelsesdesignet*.

Implementering og planlægning af undervisning

I de ovenstående afsnit har vi præsenteret forskellige anskuelser af både implementering, implementeringsmodeller og planlægning af undervisning. Planlægning kan, som tidligere skrevet, anses som værende en del af en implementeringsproces. Der kan derfor også synes at være overlap i begreberne planlægning og implementering, hvorfor vi i dette afsnit vil opridse, hvorledes de adskiller sig og hvorfor vi finder denne forskel vigtig.

Kort sagt, kan planlægning siges at handle om en række didaktiske refleksioner, herunder forholdet mellem de mål undervisningen arbejder hen imod og det indhold, som læreren gør brug af, for at nå de opstillede mål (Nielsen, 2015). Disse dimensioner ses i flere planlægningsmodeller til planlægning af undervisning, såsom Hiim & Hipkes relationsmodel (Bilag 1) og SMTTE-modellen (Bilag 2) (Canger & Kaas, 2016). Undervisningsplanen er således et dokument, der beskriver, hvordan undervisningens mål og indhold omsættes til konkrete handlinger. Implementering kan, som tidligere skrevet, ses som bindeleddet mellem viden og praksis, hvor der på den ene side findes en ønsket udvikling, mens der på den anden side er selve realiseringen af den ønskede udvikling (Albers et al., 2015). Dermed ser vi implementeringen, som et spørgsmål, der i høj grad handler om:

- Hvad der skal til for at den ønskede udvikling kan realiseres og hvordan det gøres
- Hvilke udfordringer der kan være med at realisere den ønskede udvikling
- Hvilke muligheder den ønskede udvikling medfører

Ønsket om at der skal ske en udvikling, tager sit afsæt i en ny viden, som kan være enten praksis- eller evidensbaseret (Albers et al., 2015), og som i vores tilfælde er inden for området STEM-undervisning. Vi vil komme nærmere det potentielle udbytte af STEM-undervisning i det følgende afsnit.

Vi ser en forskel i de to begreber, i den forstand at planlægning alene omhandler en række didaktiske overvejelser vedrørende undervisningen, mens implementering vedrører en forandring eller udvikling af den nuværende praksis. I implementeringens praksisdel indgår

naturligvis også spørgsmål om undervisningens indhold og dermed også planlægning, men det er stadig forandringen af praksis, som er det centrale omdrejningspunkt. Derfor har vi valgt at anvende begrebet implementering i vores problemformulering, da vi mener, at den både dækker over planlægning af undervisning samt forandring af praksis. Da STEM-undervisning endnu ikke er en særlig udbredt praksis i Danmark, vil det kræve, at der initieres implementeringstiltag, som kan tilvejebringe en ændring af den nuværende praksis.

STEM-undervisning

STEM, der som nævnt, er akronymet for Science, Technology, Engineering & Mathematics, blev præsenteret i 1990'erne af National Science Foundation (NSF) i USA, hvor det afledte mange diskussioner og holdninger til, hvad STEM kunne og skulle indeholde (Bybee, 2013). Her er intentionen, at sammenhængen mellem de fire indholdsområder vil give bedre forståelser og muligheder for at arbejde med brede problemstillinger (Larsen et al., 2022).

Indholdsområderne S (Science) og M (Matematik) henviser til de veletablerede og anerkendte fag som fx geografi, biologi, fysik, kemi og til selve faget matematik. Her er det kendetegnet, at fagene har velfunderede praksisser og vidensområder, der understøtter netop en tilgang til disse to elementer (Michelsen, 2021). Indholdsområdet T (Teknologi) relaterer sig til teknologiske systemer og processer, her påpeger Michelsen (2021), at det skal være i den brede betydning, hvor alt menneskeskabt teknologi hører herunder, og ikke den snævre betydning, hvor der udelukkende er fokus på digitale redskaber. E (Engineering) anvendes ifølge Michelsen (2021) i en meget bred betydning, hvor der findes konkrete løsninger på en given problemstilling gennem en systematiseret proces.

Ifølge Bybee (2013) er der ikke nogen fast definition af STEM, men det kan derimod indtænkes i undervisningen på flere forskellige måder. Traditionelt vil der i den danske grundskole undervises i naturfag og matematik hver for sig, hvilket kan sammenlignes med Bybees (2013) silo-analogi, hvor fag og/eller discipliner arbejder tydeligt adskilt men parallelt med samme tema. Det kan også tænkes, at grænserne mellem de forskellige STEM-discipliner udviskes helt og man derimod arbejder transdisciplinært for at søge et løsningsforslag til en tværfaglig problemstilling. Der kan dog også undervises i forskellige kombinationer og med forskellig vægtning af disciplinerne, alt efter hvilken problemstilling, der søges løst.

Da vi som samfund konstant udfordres af store og små problemstillinger, kræves der gode kompetencer for at kunne udvikle, designe og konstruere kvalificerede løsninger der eksempelvis afhjælper fattigdom og klimaudfordringer (Astra.dk, u.å.). Med det øgede fokus på STEM-begrebet, er der en øget interesse nationalt i at uddanne eksempelvis de bedste ingeniører, naturvidenskabsfolk eller softwareteknologer (Astra.dk, u.å.). Dette har afstedkommet, den førnævnte naturvidenskabsstrategi i 2018, hvori der indgår følgende specifikke mål, der omhandler en STEM-indsats; Flere børn og unge skal interessere sig for naturfag, de skal tilvælge naturvidenskabelige fag og erhvervsfaglige STEM-uddannelser, de skal blive meget dygtige til naturvidenskabelige fag og de erhvervsfaglige STEM-uddannelser (Undervisningsministeriet, 2018). Der ønskes et større fokus på STEM samtidig med at der er mangel på arbejdskraft, hvor der søges efter kompetencer inden for STEM-disciplinerne og krydsfelterne imellem disse (DEA, 2019)

Ovenstående strategi understøttes af et gennemgående argument i litteraturen for at undervise i STEM, hvor elever skal dannes, så de går ud i samfundet med viden, færdigheder, kompetencer og holdninger indenfor naturfag, matematik, entreprenørskab og teknologi (Michelsen, 2021; Bohm et al., 2017). Dette skal være med til at sikre, at eleverne kan forstå, reflektere over og tage kvalificerede beslutninger i en verden, der i højere og højere grad kræver en STEM-faglig viden (Michelsen, 2021).

Af ovenstående beskrivelser ses det, at undervisningen i STEM tilrettelægges, så der er fokus på virkelighedsnære, samfundsrelevante eller på anden vis relaterbare udfordringer og problemstillinger. En samfundsrelevant problemstilling er karakteriseret ved, at den er aktuel og tager et problem op, der ikke nødvendigvis findes en entydig løsning på. Det, at arbejde med en samfundsrelevant problemstilling, giver eleverne en mulighed for at arbejde med noget meningsfuldt, hvilket kan vække en motivation og interesse for naturfag, samt styrke elevernes kernefaglige læring og argumentationskompetence (STUK, 2020; Zeidler & Nichols, 2009). Ved at arbejde med for eleverne autentiske kontekster opnår de erfaringer, som kan medvirke til, at de udvikler på deres viden, færdigheder og kompetencer ift. STEM-området, således at de i fremtiden kan handle kompetent (Michelsen, 2021).

Da der som tidligere nævnt er divergerende forståelser af STEM, som begreb, finder vi det vigtigt at påpege vores ståsted i debatten. Vi mener, at STEM-undervisning indeholder to eller flere discipliner, der sammen kan bidrage til at løse en, for eleverne autentisk, problemstilling ofte af samfundsrelevant karakter. Vi anvender vores ståsted til senere at

analysere hvorvidt, dette har hjulpet deltagerne i deres implementering af STEM. For senere at diskutere hvordan problemstillinger i STEM-undervisning skal udformes, ud fra vores egne, teoriens, og deltagernes holdninger.

Vi har i ovenstående afsnit set på, hvordan STEM og STEM-undervisning kan ses, vi har præsenteret den danske naturvidenskabsstrategi, herunder den indsats, som retter sig mod STEM-området, og vi har præsenteret vores forståelse af STEM-undervisning. I følgende afsnit vil vi se på implementering af STEM-undervisning, med udgangspunkt i litteraturstudier af erfaringer med implementering af STEM-undervisning i andre lande, som afsæt til en dansk kontekst.

Implementering af STEM-undervisning

Da STEM er en ny disciplin i dansk sammenhæng, er der ikke mange danske erfaringer at bygge videre på, når der undervises i STEM. Der er flere barrierer, som skal omgås eller nedbrydes for, at undervisningen bliver en succesoplevelse for de involverede parter. Som tidligere nævnt har STEM-undervisning sin oprindelse i USA (Bybee, 2013). Derfor er der også naturligt flere undersøgelser om STEM-undervisning i amerikansk kontekst, end der er i Skandinavien. Flere artikler peger på, at de lærere der kaster sig ud i at undervise i STEM, alle støder på udfordringer med det nye pensum (Margot & Kettler, 2019; Ejiwale, 2013). Ifølge et litteraturstudie af 25 artikler² omhandlende STEM-undervisning og barrierer i implementeringen heraf, identificerer lærere bl.a. udfordringer, som manglende tid både til planlægning og udførsel, en ny pædagogisk tilgang, mangel på tilstrækkelig faglig viden og elevernes manglende forudsætninger (Margot & Kettler, 2019). En vigtig forudsætning, for at uddanne elever i STEM, er netop at have kvalificerede lærere, der kan varetage STEM-undervisning på en inspirerende og professionel måde. Dette vil kræve, at lærerne selv føler sig klædt på til at undervise i STEM, hvilket de ikke altid gør. Af udfordringer påpeger lærerne bl.a. den nye pædagogiske tilgang, hvor læreren nu skal indgå i en facilitatorrolle og eleverne i højere grad er selvbestemmende og dermed vil der kunne forekomme uforudsete retninger i undervisningen (Lesseig, Nelson, Slavitt & Seidel, 2016; Margot & Kettler, 2019). Desuden er der også barrierer, såsom manglende undervisningsmateriale, samt manglende samarbejde på tværs af STEM-disciplinerne (Ejiwale, 2013; Lesseig et al., 2016). Det manglende samarbejde består for nogle lærere af, at de mangler kompetencer til at integrere

² Artiklerne fordeler sig således ift. nationalitet: 20 fra USA, 1 fra Saudi Arabien, 1 fra Thailand, 2 fra UK, samt 1 fra Syd Korea. Studierne i de 25 artikler inkluderer over 3000 lærere fra indskolingen til gymnasie-niveau.

andre discipliner med eget fagområde, samt hvordan man identificerer egne og andres styrker, så man kan etablere et godt samarbejde lærerne imellem (Ejiwale, 2013). Ifølge Margot & Kettler (2019) er der fem områder lærerne føler, understøtter deres indsats med at implementere STEM: samarbejde, pensum, støtte fra skoledistriktet, tidligere erfaringer, samt professionel udvikling. Samarbejde med andre STEM-undervisere vil ifølge lærerne skabe grobund for en bedre implementering af STEM. Desuden lægges der også stor vægt på, at et tilgængeligt STEM-pensum og undervisningsmateriale af en høj kvalitet vil forbedre sandsynligheden for, at diverse STEM-initiativer vil blive en succes (Margot & Kettler, 2019).

I et større litteraturreview af 237 studier omhandlende STEM, identificerer McDonald (2016) tre nøglefaktorer, som er afgørende for udviklingen af STEM-undervisning:

1. Vigtigheden af at der fokuseres på elevernes interesse og motivation for STEM allerede i mellemtrinnet.
2. At der implementeres en effektiv pædagogisk praksis, med den hensigt at øge elevernes interesse og motivation samt udvikling af 21. århundredes kompetencer³ og elevens præstationer.
3. At der arbejdes på at udvikle dygtige lærere, som kan påvirke elevernes holdninger og motivation for STEM i en positiv retning.

Vi bider særligt mærke i punkt 2 og 3, som begge retter sig mod en opkvalificering/udvikling af lærere og deres praksis. Det er heller ikke uden betydning for undervisningens udfoldelse og udbytte, hvordan læreren planlægger sin undervisning ifølge Hiim & Hippe (2007) (ref. i Larsen et al., 2022). Derfor ser vi det også som en udfordring, når der ifølge Larsen et al. (2022) ikke er konsensus omkring STEM-begrebet, og at der ikke findes en tydelig defineret STEM-didaktik, som lærerne kan tage udgangspunkt i.

Når vi ser på implementering af STEM-undervisning i Danmark, vil vi sandsynligt stå overfor en række af ovenstående problematikker. En udfordring der kan påpeges, er at undervisning i STEM gør op med den traditionelle monofaglige strukturerede opdeling af fag, hvor der derimod tænkes på større systemer og sammenhænge, med afsæt i at omverden også er bestående af systemer og sammenhænge på tværs af bl.a. fag og discipliner (Michelsen, 2021). Monofaglighed og enkeltdiscipliner skal dog stadig bibeholdes, da disse

³ 21. århundredes kompetencer også kendt som, 21st century skills kan anses for at være kompetencer indenfor områderne: Kollaboration, IT og læring, Videnskonstruktion, Problemløsning og innovation, Selvevaluering og Kompetent kommunikation (CFU – Centre for undervisningsmidler Danmark: <https://21skills.dk/>)

eksempelvis bidrager til forståelse og forankring af begreber (Bybee, 2013; Michelsen, 2021), men skal komplementeres med tværfaglige samspil, med mulighed for at kunne drage erfaringer med virkelighedsnære problemstillinger og udfordringer.

STEM er som nævnt en kombination af forskellige discipliner, som hver har deres egne fagdidaktiske udgangspunkter. Spørgsmålet er så, hvilke man skal forholde sig til, når man kombinerer de forskellige discipliner. Det bliver heller ikke mindre diffust, når Bybee (2013) som tidligere nævnt pointerer, at der ikke findes én måde at tilrettelægge STEM-undervisning på, men at dette kan ske på mange forskellige måder. Man kan også forestille sig, at der er mangel på lærere, som har viden og kompetencer inden for alle STEM-disciplinerne. Vi vil derfor præsentere to foreløbige bud på en STEM-didaktik, som netop ser på, hvilke fokuser og rammer STEM-undervisning kan indeholde.

I et tidligere projekt med implementering af STEM har vi erfaret, at deltagerne stødte på udfordringer og barrierer i forbindelse med at indtænke STEM i deres undervisning. Disse erfaringer er blevet understøttet af ovenstående litteraturstudie, som viser, at nogle af de samme udfordringer har gjort sig gældende i andre lande, når lærere skulle implementere STEM. Derfor vil vi i dette projekt forsøge at afhjælpe nogle af disse barrierer, ved at skabe rammerne for et netværk, hvor der vil være adgang til bl.a. faglig viden om STEM-undervisning, samt STEM-undervisningsmaterialer, som tidligere nævnt. Dette for at undersøge, hvorvidt det kan understøtte lærernes oplevelse af at implementere STEM i undervisningen på succesfuld vis.

En didaktisk ramme for STEM i den danske grundskole

Dette afsnit har til formål at vise bud på en didaktisk ramme, som kan være behjælpelig med at implementere STEM i den danske grundskole.

Selv om STEM er et forholdsvist nyt begreb, er der flere forskere og projekter, der beskæftiger sig med forskellige vinkler på, hvad en STEM-didaktik kan indeholde. Herunder er der udviklingsprojekter, der søger at håndgribelig gøre de enkelte discipliner i STEM, især T og E, som er nyere i grundskolesammenhæng. Her kan eksempelvis nævnes at engineeringdidaktikken blev beskrevet med *Engineering i skolen* i 2018, hvor der præsenteres en proces til, hvordan undervisning i engineering kan struktureres, som kaldes EDP (Auener, Daugbjerg, Nielsen & Sillasen, 2018). Et nyligt afsluttet forsøg med at afprøve teknologiforståelse som faglighed i folkeskolen, viser et bud på fire kompetenceområder, som skal indtænkes i disciplinen, hvad enten det er et afgrænset fag eller om det indtænkes som en

faglighed i eksisterende fag. Det skal dog påpeges her, at der endnu ikke er truffet en politisk beslutning om fremtiden for teknologiforståelse (emu, 2022, ¶ Om forsøget).

Ud over arbejdet med at definere didaktikken bag de enkelte discipliner i STEM, arbejdes der også på, hvordan en didaktik til STEM kan lade sig gøre.

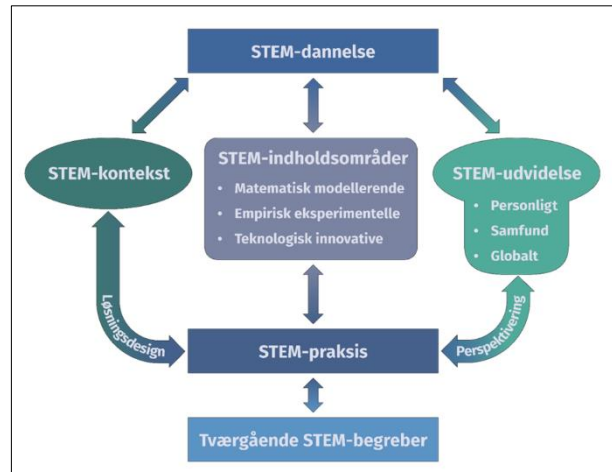
Et bud på en rammesætning for en STEM-didaktik, præsenterer Michelsen i 2021, hvor STEM handler om problemløsning, sammenhænge, løsningsdesign, tværfaglige erkendelser og anvendelse i en lærings- og uddannelsestænkning, med STEM-dannelse som det overordnede mål (se figur 3).

Undervisningen skal være for alle i samfundet, beskæftige sig med aktuelle problemstillinger der berører os som

mennesker og endelig handler det om kunne tilegne sig viden og færdigheder. Disse færdigheder kan anvendes kreativt i samspil med naturen og teknologien, for at kunne bruges i menneskehedens tjeneste (Michelsen, 2021).

Udviklingsprojektet LabSTEM⁴ præsenterer året efter i 2022, et foreløbigt bud på en ramme for didaktiske STEM principper, som lyder:

- ”STEM-undervisning skal have en omverdensorientering. Det kan være en konkret og evt. lokal problemstilling som skal indeholde en vis grad af kompleksitet.
- STEM-undervisning skal være elevcentreret, dvs. at undervisningen tager udgangspunkt i elevernes egne undersøgelser, egne problemstillinger, eksperimenter eller projekter.
- STEM-undervisningen skal integrere alle fire fag (STEM) på en naturlig måde. Dette kan ske ved fx kontekstintegration, ved hjælp af tværgående STEM-begreber eller ved fx at sætte et af fagene i fokus (fx engineering eller matematisk modellering).



Figur 3: En STEM didaktik (Michelsen, 2021)

⁴ LabSTEMs egen definition: ”LabSTEM (Laboratorium for integreret STEM-undervisning og læring) er et forsknings- og udviklingsprojekt, der skal tydeliggøre og give konkrete eksempler på integreret STEM-undervisning og læring.” (<https://www.sdu.dk/da/forskning/labstem>)

- *STEM-undervisningen skal støtte den læring og undervisning der i øvrigt arbejdes med på det pågældende trin, jf. de eksisterende læreplaner.*” (Larsen et. al., 2022, s. 20)

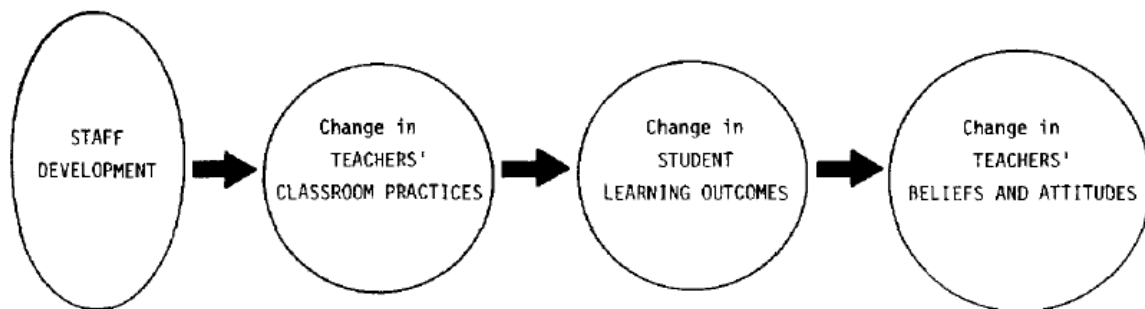
Selvom der her er præsenteret to bud på en didaktisk ramme og der sandsynligt findes flere og andre er på vej, så er hensigten netop med Michelsens (2021) bud på en didaktik at sætte STEM-didaktik på dagsordenen, så en diskussion kan afstedkomme en række modeller og redskaber til STEM-undervisningen. LabSTEMs, bud indgår netop også i debatten om, hvad der kendetegner STEM, og hvilke principper, der bør lægges til grund herfor. Dette, at STEM og STEM-didaktikken ikke er tydeligt defineret samt, at erfaringerne fra de tidligere nævnte litteraturstudier påpeger en del udfordringer og muligheder for at gribe STEM an, betyder, at der i implementeringen af STEM kræves en større indsats.

Ovenfor er der nu præsenteret to bud på en didaktisk ramme, som begge kan være et godt udgangspunkt. Det, at der ikke findes en entydig definition af en STEM-didaktik, kan medføre forvirring og misforståelser blandt de lærere, der skal indføre STEM i deres undervisning. Derfor synes vi, det er vigtigt at være tydelige med, hvilke tilgange vi ser som værende gode til STEM-undervisning, da vores deltagere dermed får et bedre fælles udgangspunkt at diskutere og implementere STEM ud fra. Den didaktiske ramme vi tager udgangspunkt i, er med afsæt i ovenstående teori og her medtager vi disse centrale pointer, foruden den STEM-tilgang vi tidligere har præsenteret: Elevcentreret undervisning, læreren som facilitator, to eller flere STEM-komponenter skal indgå som tidligere nævnt og problemløsningsorientering. Alle disse pointer er med det overordnede formål, at eleverne bliver STEM-dannede borgere. Denne ramme er som nævnt et udgangspunkt og er derfor fleksibel i forhold til, hvad den enkelte lærer vælger at fokusere på i de enkelte undervisningsforløb. Dermed har læreren stadig en metodefrihed indenfor den didaktiske ramme, som snarere skal ses som en guide end et endegyldigt greb.

For at kunne overkomme nogle af disse udfordringer og barrierer, der tidligere er nævnt, kræves det, at lærernes professionelle virke udvikles enten individuelt eller i samarbejde med kolleger eller ledelse. Herunder vil vi derfor præsentere, hvordan man kan se på professionel udvikling af lærere, samt hvad der skal til for, at man kan sige, at der er sket en udvikling generelt. Desuden vil vi også præsentere et større dansk udviklingsprojekt, der netop har fokus på læreres professionelle udvikling.

Professionel udvikling af lærere

En måde hvorpå lærere kan indføre nye undervisningsmetoder i deres undervisning, som STEM er et eksempel på, kan være gennem lærerens egen professionelle udvikling. Professionel udvikling kan ifølge Krogh (2016) defineres som aktiviteter, der bl.a. kan udvikle den enkelte lærers personlige færdigheder, viden og ekspertise. Lærerens professionelle udvikling kaldes internationalt for *Teacher Professional Development* (TPD) og der er ikke en konsekvent definition af det. Guskeys definition af TPD, er ”*systematic efforts to bring about change in the attitudes, beliefs and classroom practices of teachers, with the ultimate goal of improving student learning.*” (Guskey, 2002, s. 381). Denne definition inddrager en systematisk tilgang til den professionelle udvikling, som ifølge Krogh (2016) indebærer, at der forefindes eksplicite mål, som der arbejdes mod. En tilfældig erfaringsudveksling mellem kollegaer vil således ikke kunne karakteriseres som værende TPD, på trods af at den godt kan være udviklende for de deltagende lærere. Der skal altså være tale om en mere struktureret tilgang til udvikling af praksis, før den kan kategoriseres

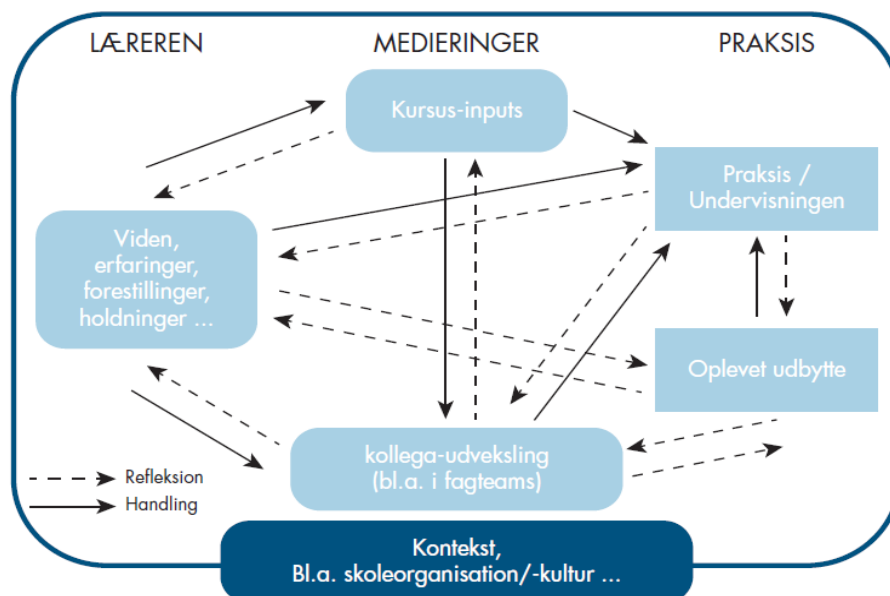


Figur 4: Guskeys model for hvordan professionel udvikling sker lineært (1986, s.7).

som værende TPD ifølge Krogh (2016). Et eksempel på en sådan tilgang kunne være et fælles udviklingsarbejde gennem lektionsstudier, hvilket vil blive betegnet som et internt TPD-tiltag (Krogh, 2016). En anden tilgang til TPD, hvor der ikke er fokus på mål, kan man finde både ved Guskey (1986) og Clarke & Hollingsworth (2002), som bygger videre på Guskeys tanker. Her nævner Guskey (1986) en model, der ses på figur 4, hvor der kan ses, at der er tre steps, en lærer skal igennem for, at der sker TPD. Det første er, at læreren afprøver en ny tilgang eller ændrer praksis i sin undervisning. Dette kan føre til en ændret elevlæring, som kan påvirke lærerens tro og holdning til undervisningen således, at læreren har gennemgået en udvikling.

Clarke & Hollingsworth (2002) påpeger gennem et eksempel af en lærer, der har undervist i mange år, som er godt tilfreds med sin praksis og ikke er specielt interesseret i at ændre den, heller ikke gennemgår en udvikling. Inden udviklingen kan foregå, er det derfor vigtigt, at læreren har lyst til at ændre sin praksis. Dette kan læreren bl.a. opnå gennem udefrakommende stimuli. Der kan dog opstå forskellige udfordringer i forsøget på at gennemføre en professionel udvikling, hvis der ikke tages højde for, hvad der har motiveret lærerne til at engagere sig i faglig udvikling (Guskey, 2002). Derfor er det vigtigt at få klarlagt, hvad deltagerne håber på at få ud af projektet. Noget andet der i denne forbindelse kan være udfordrende er, at lærere ikke har motivation for at indføre en ny praksis, medmindre de tror på, at de kan lykkes med det (Guskey, 2002). Derfor er det vigtigt, at lærerne opnår viden og kompetencer til et nyt undervisningsområde.

Første step er derfor, for at der kan ske en udvikling, at læreren bliver opmærksom på en mulig ændring af praksis (Clarke & Hollingsworth, 2002). De efterfølgende steps kan dog variere fra lærer til lærer (Clarke & Hollingsworth, 2002; Krogh, 2016). Derfor er det ifølge Krogh (2016) en vigtig pointe, at TPD er afhængig af det enkelte individ. Én lærer vil kunne gennemgå en ændring i praksis på baggrund af et kursusinput, mens en anden har brug for at have en drøftelse med kollegaer, hvorimod en tredje først ændrer praksis, når han har set udbyttet hos eleverne. Ifølge Krogh (2016) viser forskningen dog, at mange lærere skal gennemgå mere end et af de trin, der ses på figur 5, før der sker en udvikling og dermed kan ske en ændring i praksis.



Figur 5: Model for TPD, der bygger på en revideret udgave af The Interconnected Model fra Clarke & Hollingsworth (2002). (Krogh, 2016, s. 62).

Da det er individuelt hvordan TPD foregår, kan det ikke være en lineær proces for alle der gennemgår TPD, som i Guskeys model fra 1986 (figur 5). Dette diskuterer Guskey (2002) dog også selv, hvorvidt der først skal ske en ændring af lærerens praksis, eller lærerens indstilling til undervisning. Modellen for TPD af Krogh (2016), som bygger på Clarke og Hollingsworths (2002) arbejde med *The Interconnected Model*, peger netop på, hvordan forskellige processer i TPD er internt afhængige af hinanden. Krogh (2016) har som tidligere nævnt en holdning til, at man skal gennemgå flere trin fra modellen for at opnå TPD, uden at komme nærmere ind på, hvilke slags trin det skal være og hvor mange. Her har Clarke & Hollingsworth (2002) et andet fokus, de mener, at det væsentlige er, at der er forskellige domæner som sammenkobles og at der skal ske en ændring inden for alle domænerne for, at der er sket en fuldstændig TPD. Disse fire domæner er følgende:

- *Det eksterne domæne*, hvor det er udefrakommende medieringer, der er det væsentlige, altså eksterne informationskilder og stimuli.
- *Praksisdomænet*, som er lærerens individuelle afprøvningsrum/klasselokale.
- *Det personlige domæne*, som indeholder ændringer i lærerens overbevisninger, holdninger og erfaringer.
- *Konsekvensdomænet*, her er det lærerens erfaringer med elevernes ændrede adfærd og læringsudbytte af undervisningen, der er det centrale.

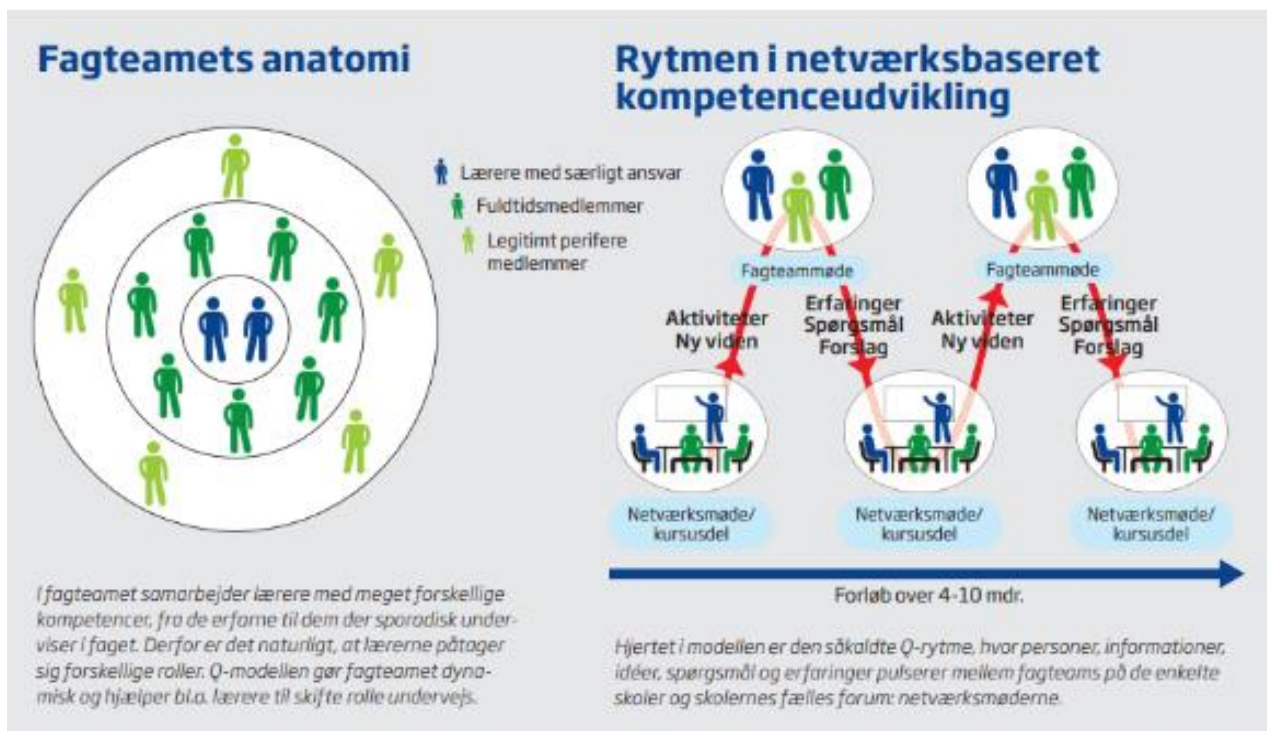
Der er dog stor enighed fra både Krogh (2016) og Clarke & Hollingsworth (2002) om, at det er vigtigt, at der både sker handlinger og refleksion, som sammenkoblingen af de forskellige domæner eller trin i TPD-modellen. Det kunne eksempelvis være refleksion over elevudbyttet efter en ændring i lærerens praksis, som dermed kan føre til en holdningsændring hos læreren omkring undervisningstilgange.

Der er flere projekter, der har arbejdet med lærerens professionelle udvikling. Vi vil her uddybe et dansk udviklingsprojekt, der har arbejdet med TPD, da vi trækker på deres erfaringer i vores eget projekt. Dette projekt kaldes QUEST, som står for Qualifying in-service Education of Science Teachers (Kvalificering af naturfagslæreres professionelle udvikling) (Nielsen, Sillasen, Nielsen, Pontoppidan & Mogensen, 2013). Der er lagt vægt på, at der skal være en balance mellem top-down- og bottom-up-processer i QUEST-projektet, da dette medfører den største sandsynlighed for et succesfuldt projekt (Nielsen et al., 2013). Udfordringen med balancen i top-down og bottom-up i netop QUEST, går ifølge Nielsen et al. (2013) ud på at integrere lokale muligheder og behov, men at der på samme tid skal inddrages naturfagsdidaktisk forskning.

I QUEST tog de udgangspunkt i hvad litteraturen siger, der har en påvirkning på lærerens professionelle udvikling:

- ”fokus på det konkrete faglige indhold og fagdidaktik relevant for dette (her naturfag og naturfagsdidaktik)
 - lærernes aktive læring og kooperative læreprocesser
 - deltagelse af flere kolleger fra samme skole
 - længerevarende forløb med tid til iværksættelse af nye tiltag lokalt og til refleksion
 - sammenhæng mellem det der arbejdes med på kursus, og det der afprøves lokalt.”
- (Nielsen et al., 2013, s. 50)

Udover de ovenstående faktorer QUEST har medtaget, beskriver Krogh (2016), at der er konsensus i teorien om at følgende ligeledes påvirker TPD: Skolebaseret, -forankring og institutionalisering⁵, ledelsesstøtte, lærersamarbejde, der kan være i form af netværk, kobling til standarder og eksterne inputs. I QUEST havde de udviklet en QUEST-rytme til TPD, som ses på figur 6.



Figur 6: Quest-rytmen (Iversen, 2021, ¶ Folder om Q-modellen (PDF))

⁵ QUEST-projektet er delt op i 2 faser, hvoraf citatet fra Nielsen et al. (2013) tager udgangspunkt i fase 1. Det skal dog nævnes at QUEST tager højde for skolebaseret, -forankring og institutionalisering, men dette sker først i deres fase 2.

Rytmen bestod i, at deltagere fra forskellige skoler var på kursus moduler, hvor de imellem modulerne havde til opgave at præsentere viden for deres fagteam. QUEST-projektet strakte sig over fire år, og var dermed et længere projekt (Iversen, 2021, ¶ Folder om Q-modellen (PDF)).

Efter de første resultater begyndte at komme i QUEST, sås der en positiv påvirkning på TPD (Nielsen et al., 2013). Disse første resultater blev understøttet af de endelige resultater fra QUEST, der viste, at lærerne fik en mere positiv holdning til vidensdeling og en TPD (Iversen, 2021, ¶ Forskning i QUEST). I resultaterne fandt de også ud af, at de to aktiviteter lærerne finder mest værdifulde i forhold til TPD, er erfaringsudveksling i fagteams samt faglige kurser. Her lægges der vægt på, at erfaringsudvekslingen tager udgangspunkt i praksissituationer (Iversen, 2021).

I overensstemmelse med Guskeys (2002) definition af TPD jf. det tidligere anførte citat, forstår vi TPD som værende en indsats for at skabe forandringer i lærernes holdninger, opfattelse og praksis med det mål at opkvalificere elevernes udbytte af undervisningen. Vi ser at Guskey (2002), Krogh (2016) og QUEST-projektet (Iversen, 2021) har det til fælles, at der skal være en systematisk tilgang til TPD.

Guskey (2002) påpeger vigtigheden af at kende lærernes motivation for TPD. Dette har vi tænkt os at få kendskab til, da vi så kan tage højde for, at de input vi tilbyder deltagerne i netværket, rammer ind i denne motivation.

For at kunne undersøge om deltagerne har gennemgået en TPD læner vi os op af Clarke og Hollingsworths (2002) forståelse af, at lærerne skal have gennemført en udvikling inden for de forskellige domæner for at have gennemført en TPD. Vi vil anvende de forskellige domæner og Kroghs (2016) trin til at analysere, om nogle af de deltagende lærere er påbegyndt en professionel udvikling og analysere på, hvordan netværket har understøttet lærerne i denne udviklingsproces.

Netværk for læreres professionelle udvikling

I dette afsnit præsenterer vi, hvordan lærere gør brug af netværk i deres professionelle udvikling. Indledningsvist ser vi på sammenhænge og forskelle mellem professionelle læringsnetværk og professionelle læringsfællesskaber, hvorefter vi definerer, hvorledes vi ser et professionelt læringsnetværk. Med afsæt i dette, præsenterer vi rammerne for det professionelle online læringsnetværk, der danner grundlag for denne undersøgelse.

Det er ifølge Macià & García (2016) ofte set, at lærere i deres professionelle udvikling søger informationer og sparring både på egen arbejdsplads, men også via eksterne netværk og fællesskaber, for eksempelvis at kunne indtænke nye metoder, dele erfaringer eller at spørge om hjælp. Uanset om en lærer deltager i læringsnetværk eller læringsfællesskaber, er det med den hensigt at interagere med ligesindede, for at understøtte ens personlige professionelle udvikling.

Der er en del fælles træk mellem læringsnetværk og læringsfællesskaber, hvor begge bygger på de samme antagelser om, at det at være lærer er komplekst og kræver en vedvarende læring og fornyelse af egen praksis (Stoll, 2004). Stoll (2004) påpeger, at der er en bred konsensus om, hvad professionelt læringsfællesskab er og på mange måder kan disse karaktertræk overføres til læringsnetværk:

“...a group of people sharing and critically interrogating their practice in an ongoing, reflective, collaborative, inclusive, learning-oriented, growth-promoting way, and operating as a collective enterprise.” (s. 34)

Stoll (2004) fremhæver, at læringsnetværk kan ses, som et professionelt læringsfællesskab, men med en større rækkevidde. Ligeledes påpeger Wenger, Trayner & De Laat (2011), at professionelle læringsnetværk og læringsfællesskaber skal ses som to sider af den læring, der foregår i en social kontekst. Det kan derfor til tider være svært at adskille, om det er et netværk eller et fællesskab som individet tilhører, eller om den sociale kontekst udvikler sig fra den ene type til den anden over tid (Wenger et al., 2011). Der kan dog fremhæves forskelle, som kan være mere eller mindre tydelige i de respektive kontekster.

Deltagelse i et læringsnetværk er ifølge Wenger et al. (2011) kendetegnet ved en personlig tilgang, hvor den enkelte måske tilfældigt finder interesse for netværket. Derimod er der i læringsfællesskaber et fælles udgangspunkt, hvor deltagerne i fællesskab fokuserer på at udvikle og lære nye idéer. Fællesskabet er bl.a. kendetegnet ved, at der kræves vedvarende engagement (Wenger et al., 2011).

Et professionelt læringsnetværk er ifølge Trust (2012) kendetegnet ved, at forbindelserne mellem deltagerne i netværket understøtter en uformel læring hos den enkelte. Det uformelle men dog professionelle læringsnetværk understøtter læring og udvikling hos den enkelte deltager gennem sparring og interaktion med andre ligesindede (Trust, Krutka & Carpenter, 2016). Denne interaktion medfører en gensidig påvirkning af deltagerne, hvorved både netværket men også den enkelte deltagers professionelle virke til stadighed udvikles (Trust et

al., 2016). Interaktionen kan her forstås bredt, da Trust et al. (2016), pointerer, at der er varierende grader af deltagelse i et netværk, fra de passive observerende til de aktive deltagende.

Professionelle læringsnetværk kan antage mange former, og med det hastigt udviklende internet og adskillelige sociale medier, er der mange muligheder for at kunne deltage i egnede læringsnetværk med ligesindede, både lokalt, nationalt og ikke mindst globalt (Trust et al., 2016). Lærere der ønsker at sparre og udvikle egen undervisningspraksis, har dermed gode muligheder for netop at finde egnede professionelle online læringsnetværk, der kan understøtte dette.

Ud fra ovenstående definerer vi et professionelt læringsnetværk for lærere, som værende et løst konstrueret system om en fælles interesse for et tema, hvor deltagerne let kan få nye input, søge sparring og give erfaringer videre. Netværk kan både være internt men også i eksterne konstellationer.

Professionelt online læringsnetværk

Online læringsnetværk, hvor der er fokus på lærerens professionelle udvikling af undervisning, har i de senere år vundet større indpas hos mange lærere verden over (Trust, 2012). Her i Danmark kan vi også se, at der findes mange muligheder for at kunne deltage i Facebook-grupper, med forskellige tilgange til at blive inspireret af og forbedre sin undervisning i grundskolen. I de online læringsnetværk, så som på Facebook, gives der god mulighed for, at lærere kan interagere og sparre med andre og nye bekendtskaber (Manca & Ranieri, 2017). Lærerne anvender ifølge Manca & Ranieri (2017), de online netværk, som et supplement til de mere formelle institutionelle fastsatte rammer for videreudvikling.

Lærere, der deltager, i online læringsnetværk motiveres af at kunne interagere med andre lærere og udveksle erfaringer, gode råd og få moralsk støtte uden for skolens fællesskaber, for på den måde, at kunne højne elevernes udbytte i undervisningen (Macià & García, 2016; Trust, 2012; Manca & Ranieri, 2017). Disse lærere ønsker en forsat professionel udvikling i deres lærergerning, gennem uformel kollegial sparring med ligesindede, hvilket kan højne deres undervisning (Manca & Ranieri, 2017). Trust (2012) kalder disse lærere for ”evigt lærende”, hvilket betyder, at undervisningen til stadighed forbedres, så det kommer til gavn for deres elever. Derudover er det ifølge Trust (2012), tiltalende for lærere at være medlemmer i sådanne læringsnetværk på eksempelvis Facebook, da det for lærerne er let tilgængeligt. Er der eksempelvis en udfordring læreren ønsker respons på, så kan der hurtigt

forfattes en tekst, og snart efter er der respons. Det er dermed let at få hjælp og ikke tidskrævende for læreren.

Der ses, som tidlige nævnt, ofte forskellige deltagertilgange i online læringsnetværk, fra de meget aktive deltagere med stor selvtillid og lyst til at interagere med andre ligesindede i netværket, til de mere anonyme perifere deltagere, der hverken stiller spørgsmål eller svarer på andres (Macià & García, 2016). I læringsnetværk har det stor betydning for deltagerne, at de oplever et trykt rum, hvor de kan stille spørgsmål og svare på andres, uden eksempelvis at være hæmmet af manglende tillid til egne evner (Macià & García, 2016). Tillid er generelt et vigtigt aspekt for deltagelse i fællesskaber, men i online netværk er tillid svært at opbygge bl.a. på grund af manglende ansigt-til-ansigt interaktioner (Macià & García, 2016). Det ses dog at, hvis det online netværks indhold centrerer sig om relaterbare problemstillinger og at deltagerne kan se arbejdsmæssige fordele, vil der være større tilbøjelighed til aktiv deltagelse (Booth, 2012; Matzat, 2013 ref. i Macià & García, 2016). Ifølge Macià & García (2016) ses det ofte i starten af et nyligt opbygget læringsfællesskab, at der er et stort behov for moderatorer. Disse kan afhjælpe deltagernes evt. manglende lyst til at deltage aktivt, ved eksempelvis fortløbende at komme med indspark i debatter, opfordre til at deltage i debatter og forbinde deltagere, der kan supplere hinanden.

Der kan være mange fordele for lærere i at deltage i relevante online læringsnetværk, men da det er et uformelt og løst defineret miljø, kan det være svært at præcisere, hvad der helt præcist tages med i en undervisning og hvorledes dette influerer på elevernes udbytte af undervisningen (Macià & García, 2016).

Vi betragter et professionelt online læringsnetværk, som et læringsnetværk, men med den dimension at interaktion med andre kan foregå hurtigt og let via devices med internetadgang, både lokalt, nationalt og/eller globalt.

I analysen vil vi, anvende den viden vi har om forskellige deltagertyper til at forstå, hvorfor vores netværk udvikler sig, som det gør i løbet af projektet. Her vil vi trække på teorien fra Trust et al. (2016) og Macià & García (2016), som rangerer deltagerne fra passive til aktive. Vi vil også analysere og diskutere, hvorledes deltagertypen har en betydning for deltagernes lyst til at implementere STEM, og hvorvidt deltagerne selv oplever at have gennemgået en udvikling i praksis.

Opsummering

Vi har hermed præsenteret en teoretisk forståelse af, hvorledes lærere kan implementere nye praksisser og planlægge undervisning herudfra, således at vi har et grundlag for at kunne understøtte lærere i implementering af STEM undervisning. Herefter præsenterede vi forskellige teoretiske perspektiver på STEM og STEM-didaktiske tilgange, for at afklare og tydeliggøre egne forståelser af STEM, således at vi er tydelige over for deltagerne i vores tilgang. Desuden har vi undersøgt andres erfaringer med muligheder og udfordringer i forbindelse med implementering af STEM-undervisning. Dette gør vi for, at vi i dette projekt kan trække på disse erfaringer for netop at undgå samme udfordringer hos vores deltagere. Derefter har vi præsenteret, hvorledes en professionel udvikling kan finde sted i form af TPD. Dette har vi gjort for at kunne analysere, hvordan netværket har understøttet lærernes oplevelse af egen udvikling i forhold til implementering af STEM. Til sidst har vi undersøgt, hvordan andres erfaringer med online netværk kan bidrage til, at rammerne for vores online netværk bliver bedst mulige, samt anvende disse erfaringer til at analysere, hvorledes netværket udvikler sig gennem projektet. Herunder vil vi nu præsentere de metoder, vi vil anvende i projektet for at undersøge og besvare vores problemformulering.

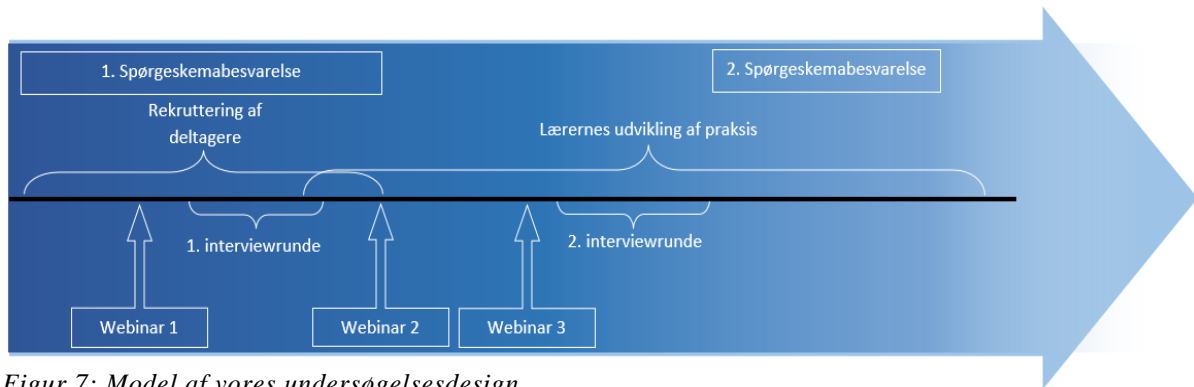
Metode

I dette afsnit præsenterer vi først vores undersøgelsesdesign, for på den måde at tydeliggøre både visuelt men også uddybet skriftligt, hvordan processen er struktureret, og hvordan de enkelte dele spiller sammen i undersøgelsen som helhed. Undersøgelsens omdrejningspunkt er et online læringsnetværk, hvorfor det efter præsentation af designet, uddybes med hvorledes rekrutteringsprocessen finder sted og hvorledes netværket bestående af en Facebook-gruppe og en Google Drev-mappe skal forstås.

For at kunne få de nødvendige indsigter, anvender vi mixed methods som metodisk tilgang, hvor spørgeskema, interview og observation anvendes som dataindsamlingsmetoderne. Sluttelig præsenterer vi her i afsnittet, den analytiske metode, hvori der indgår statistiske og tematiske analysemetoder for det indsamlede data.

Undersøgellesdesignet

Vores undersøgelsesdesign som er vist i figur 7, er bygget op over et mixed methods design, bestående af en kvantitativ metode og en kvalitativ metode. Vi beskriver senere i metodeafsnittet vores forståelse af mixed methods begrebet, samt begrundelser for valg af mixed methods som design og vores valg af kvantitativ og kvalitativ metode.



Figur 7: Model af vores undersøgelsesdesign

Den blå baggrundspil i figur 7 symboliserer etableringen af netværket, og læses fra venstre mod højre og afsluttes med en pil for at indikere, at netværket har mulighed for at leve videre efter projektets afslutning. I midten ses en sort linje, som indikerer undersøgelsens forløb, som starter samtidig med etableringen af netværket og har en afslutning. På figuren ses en række oplysninger skrevet med hvidt, således det er tydeliggjort, hvornår de forskellige dele af undersøgelsen finder sted i forhold til hinanden.

Den nuancerende blå baggrund indikerer vores rolle som forskere i netværkets etablering, som i starten vil være meget styrende (kraftigt farvet), men med tiden fases ud (svagere farvet) og dermed overdrages netværket til deltagerne. Det betyder, at de deltagende lærere med tiden vil forventes at blive mere aktive og engagerede i netværket, og at vores rolle som moderatorer med tiden vil fases ud.

Af de hvide aftegninger på undersøgelsesdesignet ses, at startskuddet for undersøgelsen er rekruttering af deltagere, som forekommer i forbindelse med den 1. spørgeskemabesvarelse. Samtidig danner den 1. spørgeskemabesvarelse grundlaget for udvælgelsen af interviewpersoner i 1. interviewrunde, mens den 2. interviewrunde danner grundlaget for udformningen af 2. spørgeskema. Derudover ses det, at vi har indplaceret tre webinarer, de to første er placeret tidligt i forløbet, da de har til hensigt at støtte lærerens professionelle udvikling. Hvorimod det sidste og tredje webinar fokuserer på den fremadrettede anvendelse af STEM-netværket. Alle tre webinarer giver desuden mulighed for at kunne observere på deltagerne i netværket, webinarerne vil blive uddybet senere i opgaven under afsnittet

Observation. Ovenstående beskrivelse er intentionen med, hvordan undersøgelsen forløber. Designet er dog blevet tilpasset undervejs i overensstemmelse med empiri-indsamlingen og deltageres engagement. De følgende afsnit vil ligeledes afspejle de overvejelser, der er gjort omkring metoder og udformning af de enkelte dele af undersøgelsen, samt tilpasninger der er foretaget.

Netværket

Til at undersøge vores problemformulering, designs rammerne til et netværk, som tidligere nævnt. Disse rammer består af en Facebookgruppe til deling af inspiration og muligheder for at stille spørgsmål, samt en Google Drev mappe til STEM-undervisningsforløb og -aktiviteter, hvori deltagerne også kan dele egne forløb og aktiviteter. De tre webinarer som afholdes, har fokus på at komme med inspiration samt interaktion mellem os og deltagerne med henblik på ideudveksling, samt at få indblik i deltageres forståelser og erfaringer i forbindelse med STEM-undervisning.

Rammerne om vores projekt har betydet, at vi ikke har haft mulighed for at lave en systematik tilgang til TPD som både Krogh (2016), Guskey (2002) og QUEST (Iversen, 2021) påpeger, er vigtigt for vellykket TPD. Vi har derimod opsat rammer, hvori vi med gentagne eksterne stimuli, tager udgangspunkt i de deltagende læreres egne ønsker om udvikling. Dette er til dels udsprunget af pragmatiske forhold for det mulige i et sådant projekt og med de tidsrammer, der er mulige, men også da vi ønsker at tage afsæt i de deltagende læreres egne interesser og motivation for afprøvning af STEM-undervisning.

Vi har til dette netværk udarbejdet en invitation med en kort infotekst om projektets indhold og omfang (se bilag 3). For at deltage i projektet skal der udfyldes et spørgeskema, hvor der afslutningsvist skal tages stilling til, hvorvidt man ønsker at være en del af netværket.

Invitationen til deltagere i projektet er sendt ud på fire måder:

1. Gennem opslag i Facebook-grupper, der enten handler om undervisning i naturfag og/eller matematik.
2. Vi har inviteret lærere gennem vores personlige forbindelser til eksempelvis kolleger.
3. Vi har sendt invitationer til skolesekretærer og -ledere på 93 skoler geografisk fordelt over hele landet.

4. Vi har fået en kontakt i LabSTEM Nord⁶ til at invitere lærere, der deltager i eller har vist interesse i LabSTEM Nords aktiviteter.

Denne rekrutteringsproces resulterede i, at der i spørgeskema 1 var 18 ud af 82 der gerne ville deltage i netværket, desuden var der også 15, der gerne ville have yderligere informationer om projektet. Efter mailkorrespondancer med disse 15, resulterede det dog kun i én ekstra deltager i netværket. En enkelt respondent har svaret nej til at deltage i projektet i spørgeskema 1, men henvender sig til os efterfølgende og har fortrudt, hvorefter hun bliver deltager i netværket. Ydermere er der to deltagere, som melder sig ind i Facebookgruppen uden at have besvaret spørgeskema 1. Vi har en korrespondance med disse deltager om, at de er meget velkomne og at vi ønsker deres besvarelse af spørgeskema 1, men de får dog ikke besvaret dette. Kun en enkelt deltager meddeler, at han desværre ikke har tid til at deltage i projektet og melder sig derfor ud i løbet af projektets første uger. Det betyder, at vi i alt har 21 deltagende lærere i netværket efter endt rekrutteringsproces. Ud af disse 21 er der 17 af de deltagende lærere, der har meldt sig ind i Facebookgruppen, som beskrives nærmere herunder.

Facebook-gruppen: STEM-undervisning inspiration og deling (netværksgruppe)

Facebook-gruppen er oprettet med det formål at skabe et læringsnetværk for deltagere i vores projekt. Vi har med afsæt i den præsenterede teori omhandlende online læringsnetværk og med særligt fokus på tillid som Macià & García (2016) påpeger, valgt at Facebook-gruppen i speciale-perioden skal være lukket, for andre end de deltagende lærere. Dette er for at kunne skabe rammerne for så trygt et rum, som muligt. Begrundelsen for at anvende netop Facebook som platform, er at rigtig mange er på Facebook privat i forvejen og det er en meget brugervenlig og let tilgængelig kommunikationsform, hvilket Trust et al. (2016) påpeger er vigtigt for at danne et godt grundlag for et online netværk.

Vi har på baggrund af den præsenterede teori af Macià & García (2016) besluttet, at vi i specialegruppen er moderatorer og at vi hver uge laver forskelligartede opslag i gruppen, så deltagerne opfordres til at deltage aktivt og ikke blot passivt se til. Disse opslag, kan eksempelvis være inspiration til deres undervisning – ledsaget af et opfordrende spørgsmål til at dele ud af egne erfaringer. Det kan også være en meningsmåling om noget simpelt, som

⁶ LabSTEM Nords egen definition: ”LabSTEM Nord er et regionalt forsknings- og udviklingsprojekt forankret på Aalborg Universitet og UCN i Aalborg. Projektet er løber 2021-2024 og Teknologipagten under Region Nordjylland har givet midler til projektet.” (<https://www.ucpbl.net/research/labstem-nord/>)

ikke er tidskrævende, eksempelvis om de har fundet inspiration i Google Drev-mappen, som beskrives nærmere i næste afsnit.

I det tidligere beskrevne QUEST-projekt, havde de succes med at lave en systematisk rytme, hvor der veksledes mellem eksterne input til lærerne, praksisafprøvning og feedback fra lærerne, som igen affødte nye eksterne input. Denne rytme har resulteret i at over 60% af QUEST deltagerne udtrykte, at deltagelse i projektet havde en direkte indflydelse på ændring af egen praksis (Iversen, 2021). For at understøtte lærernes oplevelse af en succesfuld implementering af STEM, vil vi derfor tage udgangspunkt i denne rytme. Her er det de ovennævnte opslag i Facebook-gruppen, der er en del af det eksterne input, som deltagerne kan finde inspiration i, til deres praksisændring. Derefter er vores forhåbning, at de deltagende lærere vil bidrage med erfaringer, spørgsmål og nye forslag til tiltag. Disse kan vi reagere på og anvende til yderligere input gennem Facebook-opslag, som igen kan understøtte de deltagende læreres implementering af STEM-undervisning.

Google Drev-mappen: STEM-undervisning

I denne mappe kan deltagerne finde velkomstmateriale (bilag 4), informationer om projektet, vejledning og materialer til den STEM-didaktiske planlægningsmodel (bilag 5), skabeloner til planlægning af STEM-undervisningsforløb og aktiviteter. Derudover findes der forud for projektet ni eksempler på undervisningsforløb og aktiviteter, som deltagerne frit kan benytte eller evt. kopiere og redigere i, så det kan tilpasses deres undervisning. Drev-mappen er opdelt i aktiviteter og forløb, så deltagerne lettere kan finde egnet inspiration.

Mens specialeperioden pågår, vælger vi at sætte fokus på at Facebook-gruppen og Google Drev-mappen fungerer som et læringsnetværk. Efter speciale-perioden åbner vi netværket for andre end de deltagende lærere, for på denne måde at lade Facebook-gruppen og Google Drev-mappen udvide og udvikle sig med flere deltagere og interaktioner mellem disse.

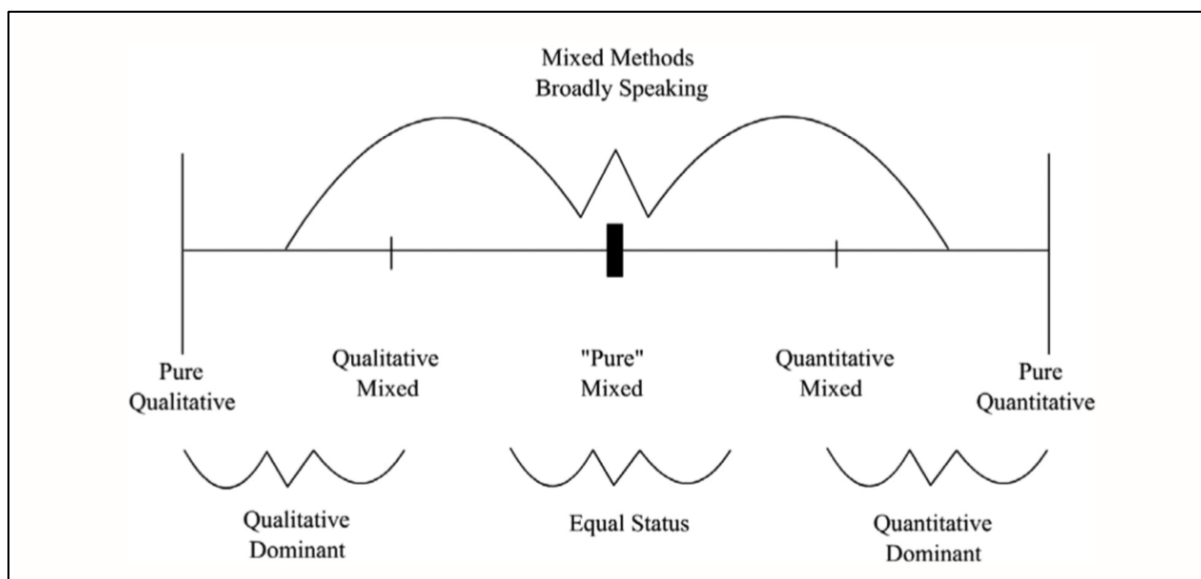
Vi har grundet opbygningen af Google Drev ikke kunnet se hvor mange af deltagerne, der er logget ind og dermed har adgang til databasen. Vi ved dog, at de to deltagere, der ikke fik besvaret spørgeskema 1, ikke har adgang, da vi ikke har modtaget deres e-mailadresser og dermed ikke kunne sende dem en invitation til at deltage i Google-Drev Mappen.

Vi finder det velegnet med et onlinebaseret netværk medieret gennem Google Drev og Facebook, som grundlaget for at understøtte de deltagende læreres implementering af STEM i deres praksis. Dette vælges, da det er lettilgængeligt og ikke tidskrævende for deltagerne at dele og få inspiration og erfaringer, hvilket er vigtigt ifølge Trust (2012). Samtidig prøver vi

at imødekomme en af udfordringerne ved implementering, som er, at det er tidskrævende (McDonald, 2016; Margot & Kettler, 2019). Derudover kan vi med et online netværk rekruttere og fastholde deltagere uden at være hæmmet af pragmatik, så som geografiske afstande og manglende fleksibilitet. Dermed er netværkets rammer udformet, så deltagerne kan have en fleksibel og personlig tilgang til, at tilgå netværket når de har tid og lyst, hvilket Wenger et al. (2011) anser som værende vigtigt. Dette vil betyde, at lærerne kan gennemgå en professionel udvikling, da TPD ifølge Krogh (2016) afhænger af lysten og motivation for deltagelse.

Mixed Methods

Vi vælger som tidligere skrevet at benytte mixed methods, som metodisk tilgang til at undersøge vores problemformulering. Mixed methods anses, som en af de tre førende forskningsparadigmer sammen med den kvantitative og kvalitative tilgang (Johnson, Onwugbuzie & Turner, 2007). Den kvantitative og kvalitative tilgang har hver deres styrker og svagheder, og typisk vil metodevalget være knyttet til undersøgelsesspørgsmålet. Mixed methods udspringer fra tanken om, at de to tilgange kan være brugbare til at belyse det undersøgte felt. Af samme grund er vores metodiske valg knyttet til vores undersøgelsesspørgsmål, da vi mener, at det gavner vores undersøgelse at blive belyst gennem en kvantitativ samt kvalitativ tilgang. Vi uddyber senere i metodeafsnittet, hvordan de metodiske tilgange bidrager til undersøgelsen, når vi beskriver vores valg af dataindsamlingsmetoder. Der findes ikke én entydig detaljeret definition af, hvordan et mixed methods design skal eksekveres, men derimod forskellige former for, hvordan hhv. den kvantitative og kvalitative del kan blandes. Mixed methods kan beskrives, som et kontinuum, der strækker sig fra det rent kvalitative til det rent kvantitative som de to yderpoler (se figur 8).



Figur 8: "Graphic of the Three Major Research Paradigms, including subtypes of mixed methods research." Johnson et al. (2007, s. 124).

I kontinuummets center findes den "rene" mixed methods, hvor den kvantitative og kvalitative tilgang har lige status. Des længere der bevæges ud mod yderpolerne, des mere dominerende vil den ene tilgang blive (Johnson et al., 2007). Johnson et al. (2007) præsenterer en række forskellige definitioner af begrebet mixed methods, som også i nogle tilfælde kaldes multimethod. Disse definitioner stammer fra ledende forskere inden for feltet. Her nævner Johnson et al. (2007) bl.a. Bazely, som på trods af at anvende begrebet mixed methods i generisk forstand, skelner mellem mixed methods og multimethods. Multimethod er når kvantitative og kvalitative metoder anvendes parallelt eller sekventielt, og dermed ikke integreres i designet. Bazely anser mixed methods for at være en integreret anvendelse af metoderne gennem undersøgelsen, og understreger her, at der ikke udelukkende er tale om kvalitative eller kvantitative metoder. Hun mener, at det skal ses i en bredere forstand, hvor det også kan være anvendelse af forskellige metoder, data og analysetilgange. Der er dog også dem, som mener, at mixed methods blot er anvendelse af kvantitative og kvalitative metoder, hvad enten de forekommer sekventielt eller samtidig. Af eksempler på denne forståelse af den metodiske tilgang kan nævnes forskere som: Caracelli, Currall, Johnson & Onwuegbuzie (Johnson et al., 2007). En gennemgående forståelse på tværs af litteraturen er imidlertid at anvendelsen af hhv. kvantitative og kvalitative metoder i et mix, har til formål at udligne hinandens svagheder.

Ud fra ovenstående forståelser, ser vi vores design som mixed methods, da vi bl.a. integrerer den kvantitative og kvalitative metode. Dette gør vi ved at anvende vores spørgeskema som udgangspunkt for selektionen af interviewpersoner. Intentionen med dette er at opnå en

brede repræsentation i lærernes kendskab samt erfaringer inden for STEM. Denne brede repræsentation vil vi opnå ved at udvælge interviewpersoner på baggrund af deres besvarelser af spørgeskema 1. Denne tilgang gør, at vores undersøgelse kan anses som værende en integreret mixed methods undersøgelse. På den måde belyses vores felt fra forskellige perspektiver, og dermed styrkes kvaliteten af undersøgelsen.

Ved at anvende forskellige metoder i et mixed methods design, vil der i dette tilfælde også anvendes triangulering. Dette gøres for at højne validiteten af undersøgelsen og for at få en dybere viden og forståelse af undersøgelsens resultater (Flick, 2018). Triangulering kan anvendes på forskellig vis (Flick, 2018), herunder kan der nævnes:

- Metodetriangulering - anvendelse af flere forskellige metoder til at undersøge genstandsfeltet.
- Teoritriangulering - brug af forskellige teoretiske perspektiver til at fortolke resultaterne af en undersøgelse.
- Forskertriangulering - brug af flere forskellige forskere.
- Datatriangulering - brug af forskellige datakilder i en undersøgelse.

Overordnet set er triangulering et udtryk for at undersøgelsens genstandsfelt undersøges og anskues fra to eller flere forskellige perspektiver. Som resultat af triangulering er der tre mulige udfald ifølge Johnson et al. (2007):

1. Konvergens – data der underbygger hinanden.
2. Uoverensstemmelser – data der ikke underbygger hinanden, men dog heller ikke modstrider hinanden direkte.
3. Modsigelse – data der er i direkte strid med hinanden.

Uanset hvilket udfald trianguleringen frembringer, har det dog den styrke, at der vil være mulighed for, at forskeren kan forklare, hvorfor udfaldet er blevet, som det er (Johnson et al., 2007). Ud fra ovenstående beskrivelser kan der argumenteres for, at vi anvender flere forskellige typer af triangulering i denne undersøgelse. Det er dog vores opfattelse, at især metodetriangulering og datatriangulering er relevante i denne undersøgelse. Da vi som beskrevet anvender flere forskellige metoder, der understøtter hinanden, i et mixed methods design, kan det anses som værende metodetriangulering. I denne undersøgelse er der anvendt, det der kaldes sekventiel metodetriangulering, som betyder, at data fra én metode er nødvendig for at planlægge den næste metode (Johnson et al., 2007). I afsnittet *Undersøgelsesdesign* er det netop beskrevet, hvordan vi har anvendt spørgeskema nr. 1 til at

udvælge interviewdeltagere, samt at der på baggrund af interview nr. 2 er blevet udformet et afsluttende spørgeskema til de deltagende lærere i netværket. På samme vis kan de forskellige datakilder og dataindsamlingsmetoder, også ses som triangulering, da der hermed sikres, at resultaterne af undersøgelsen belyser genstandsfeltet fra flere forskellige vinkler.

Vi har hermed beskrevet, hvordan vi forstår og anvender mixed methods, som tilgang til vores undersøgelsesdesign. I de følgende afsnit, vil vi beskrive de dataindsamlingsmetoder, vi gør brug af. Først beskrives spørgeskema som en kvantitativ og til dels kvalitativ tilgang, dernæst interview som vores rent kvalitative tilgang og afslutningsvis observation ligeledes som en kvalitativ tilgang.

For at gøre det tydeligt, hvor vi har de forskellige udtalelser fra, er alle deltagere i dette projekt delt op i hhv. respondenter af spørgeskema nr. 1 og deltagende lærere i netværket. Det skal dog nævnes, at der er et overlap, idet deltagerne i netværket også har svaret på spørgeskema nr. 1 og derfor er de også en del af den gruppe, vi kalder for respondenterne. Herfra vil vi derfor benævne dem, der har besvaret spørgeskema nr. 1, som respondenter, mens dem der er med i netværket som deltagende lærere. Der er også udsendt et spørgeskema 2, men dette er kun distribueret til deltagerne i netværket. For at være transparente i vores kommunikation er alle citater og udtalelser tydeligt markeret med, hvor de er fra, om det er hhv. spørgeskema 1 eller 2 eller fra interview 1 eller 2, som alle beskrives i de følgende afsnit.

Spørgeskema

Den kvantitative del af vores mixed methods design består af to spørgeskemaer. Et spørgeskema kan både bruges kvalitativt i form af skriftligt interview (Tanggaard & Brinkmann, 2020) og kvantitativt, hvor man ønsker at indsamle en større mængde data (Reimer & Sortkær, 2017). En styrke ved at anvende spørgeskemaet kvantitativt, er ifølge Reimer & Sortkær (2017) dets evne til at beskrive og forklare sammenhænge mellem to eller flere variable. Spørgeskemaet egner sig særligt godt til at undersøge en større population sammenlignet med interview som metode. Derfor kan det også i højere grad frembringe en generaliserbar viden om en bestemt population (Reimer & Sortkær, 2017). Lige så vel som at problemstillingen, vi ønsker at undersøge, har en betydning for, hvilke metoder vi vælger at anvende, har den også en betydning for udformningen af selve spørgeskemaet. Det er vigtigt at centrale begreber operationaliseres således, at der er en overensstemmelse mellem, det vi undersøger og metoden til at undersøge det. Dette er som tidligere nævnt med til at højne

undersøgelsens validitet/gyldighed, som er en betegnelse for, hvor høj grad undersøgelsen måler det, som er hensigten (Reimer & Sortkær, 2017). I forbindelse med udtagelse af en stikprøve, er der ifølge Malchow-Møller & Wurtz (2014) fire hovedpunkter, der skal overvejes:

- ”1. Valg af population og karakteristika
2. Opstilling af stikprøveenheder og stikprøverammer
3. Udtræk fra stikprøverammerne
4. Måling af karakteristika” (s. 204)

Derfor har vi valgt, at vores første spørgeskemaundersøgelse, som ses på bilag 6 skal være en induktiv analyse, for at kunne undersøge populationen ud fra en stikprøve (Malchow-Møller & Wurtz, 2014). Denne undersøgelse har blandt andet til formål at indsamle nogle baggrundsdata om de deltagere, som er med i netværket, men derudover er vi også interesserede i besvarelser fra en stor andel, som ikke ønsker at deltage i netværket. Formålet er at få data på, hvordan matematik- og naturfagslærerne i den danske grundskole planlægger deres undervisning. Samt hvilket kendskab de har til STEM-undervisning og hvilke udfordringer de ser ved at implementere STEM i egen praksis. Derfor kommer spørgeskema 1 til både at være kvantitativt, men også kvalitativt, da respondenterne, får mulighed for at uddybe nogle af deres svar, samt at svare på åbne spørgsmål.

Vi har ikke ressourcerne til at sende spørgeskemaer til hele populationen, som i vores første spørgeskemaundersøgelse er lærere i grundskolen, der varetager undervisning i matematik og/eller naturfag, da vi ikke har adgang til kontaktinformationer om disse lærere. Derfor er vi nødt til at overveje, hvilke enheder lærerne er i. En stikprøveenhed, der er nem at kontakte, er Facebook-grupper for lærere. Derfor starter vi med at invitere lærere til at svare på spørgeskema 1 og deltage i vores projekt via følgende Facebook-grupper: *For os der underviser på mellemtrinnet, For os der underviser i udskolingen, Natur/teknologi undervisning, Matematiklærere i Grundskolen og Naturfagslærer I Grundskolen (Fysik/kemi, Biologi, N/T, Geografi)*. Da dette i første omgang ikke gav nok svar, vælger vi, at grundskoler i Danmark også er stikprøveenheder. Derfor sender vi en invitation til spørgeskema 1 og projektet ud til sekretærer og skoleledere, på tilfældigt udvalgt skoler placeret i hele Danmark, i håb om at de vil sende denne videre til lærerne på skolen. Samtidig vælger vi også at sende beskeder og e-mails ud til lærere, vi selv har studeret med, arbejdet sammen med eller kender gennem vores personlige netværk. Vores valg gør, at vi ikke ved, hvor

mange lærere, der har modtaget spørgeskemaet og dermed kender vi ikke til svarprocenten. Vores udtagelse af stikprøven er derfor ikke en statistisk udtagning, men derimod er det en ikke-statistisk udtagning. Den er kombineret af det Malchow-Møller & Wurtz (2014) kalder tilgængelig udtagning og ”Snowballing”. Tilgængelig udtagning er, når der vælges efter det, der er nemt tilgængeligt, hvilket er det vi gør, når vi deler undersøgelsen i Facebook-grupper, fordi vi så udspørger, dem der er medlem. Vi har også anvendt ”Snowballing”, fordi vi beder deltagerne om at dele med kollegaer og andre lærere, der kunne have interesse i at deltage i projektet. Problematikken ved disse udvælgelsesmåder er, at sandsynligheden for udvælgelsen ikke kendes, derfor kan man ifølge Malchow-Møller & Wurtz (2014) ikke vurdere kvaliteten af undersøgelsen. Ved at anvende tilgængelig udtagning, skal det overvejes om stikprøven er retvisende (Malchow-Møller & Wurtz, 2014), eller om dem der medlem af Facebook-grupper om undervisning, måske har en særlig interesse i udvikling af deres undervisning. Dette kan vi ikke vide med sikkerhed, derfor kan undersøgelsens resultater kun anses som antydninger. For at undersøgelsen kunne være mere troværdig skulle der have været flere respondenter, altså stikprøvestørrelsen skulle være større og udvælgelsen have været mere statistisk.

Vi kan med undersøgelsen, se om der er en sammenhæng mellem, hvordan vores respondenter planlægger deres undervisning og har kendskab til STEM. Dette kan vi anvende til at få en antydning af, hvordan lærere generelt planlægger deres undervisning. I spørgeskema 1 har vi modtaget 95 besvarelser. Det er dog kun 70 ud af de 95 respondenter der har gennemført hele spørgeskema 1 og dermed har vi også 25 ufuldstændige besvarelser. De 25 ufuldstændige besvarelser gennemgås og ud af disse, er der 12 respondenter, der har besvaret størstedelen af spørgsmålene, og kun udeladt at besvare de sidste åbne spørgsmål. Vi har valgt at inkludere disse 12 respondenter, men ikke de resterende. Dette har vi gjort, da vi på denne måde kunne sikre et ens antal besvarelser i alle de lukkede spørgsmål. Vi observerede samtidig, at ud af de øvrige 70 respondenter var det ikke alle, der havde besvaret de åbne spørgsmål fyldestgørende, idet enkelte blot havde valgt at sætte et punktum eller lignende. Vi ender derfor med at anvende besvarelser af spørgeskema 1 fra 82 respondenter i alt, en overblikrapport over deltagerne svar på lukkede spørgsmål kan ses på bilag 7.

I den anden spørgeskemaundersøgelse er populationen de deltagende lærere i netværket. Denne population består af så få personer, at det er muligt at udsende spørgeskemaet til hele populationen, bestående af de 21 deltagere i netværket. På baggrund af besvarelserne fra interview 2 med fire af deltagerne i netværket, udformes spørgsmålene i spørgeskema 2 se

bilag 8. Denne spørgeskemaundersøgelse har til formål at undersøge de deltagende læreres egne oplevelse af at være med i netværket, samt give os et indblik i, hvorvidt deltagerne selv oplever at have ændret deres syn på STEM-undervisning. Desuden ønsker vi også at få et indblik i, hvorledes de gennemfører deres undervisning på nuværende tidspunkt og hvorvidt de selv oplever at have ændret noget i deres undervisningspraksis. Der er 14 ud af de 21 deltagende lærere, der har besvaret spørgeskema 2, hvoraf nogle af dem også har gennemgået interview 2, hvilket er de besvarelser spørgeskema 2 tager udgangspunkt i. Vi har derfor valgt at deltagerne i interview 2, gerne må skrive i de åbne besvarelser i spørgeskema 2, at de har besvaret spørgsmålet tidligere, hvis dette er tilfældet. En overblikrapport over de lukkede svar i spørgeskema 2, ses på bilag 9.

Interview

Interview er blandt de mere udbredte tilgange til at foretage kvalitativ forskning (Tanggaard & Brinkmann, 2020). Metoden er særligt velegnet til at opnå viden om menneskers meninger, holdninger og oplevelser, hvor målet er at komme så tæt på den interviewedes oplevelser og livsverden som muligt. Dette er for, at der fyldestgørende, kan redegøres for denne indsigt i en formidling (Tanggaard & Brinkmann, 2020). I et interview får den interviewede mulighed for at kunne ytre sig om bestemte begivenheder og oplevelser, som forskeren har sat på dagsordenen. Dette giver mulighed for at dykke ned i særligt interessante emner for lige netop den aktuelle forskning (Tanggaard & Brinkmann, 2020). Interviewet giver dermed gode muligheder for at dykke ned i den enkeltes livsverden, men er samtidig ikke velegnet til eksempelvis at undersøge generelle demografiske forhold i et land (Tanggaard & Brinkmann, 2020).

Med det felt vi ønsker at undersøge, finder vi det nødvendigt at blive klogere på den enkeltes oplevelser. For at forstå hvordan et online læringsnetværk kan bidrage til at udvikle deltageres STEM-praksis, er det nødvendigt, at vi bl.a. får indsigt i de udfordringer de oplever med implementering af STEM samt holdninger til læringsnetværket. Vi er bevidste om, at interviews kræver en del forberedelse, hvis det ønskes, at disse interviews skal give nye indsigter i et forskningsfelt, hvilket Tanggaard & Brinkmann (2020) også påpeger. Interviews kan tage mange former, ansigt til ansigt, e-mail, chatrooms, spørgeskemaer og gennem telefon. Der er både begrænsninger og muligheder ved de forskellige former, men vi vil dog her nøjes med at redegøre for vores valg af interviewform. Vores deltagere i netværket er spredt over store dele af Danmark, og det vil derfor være for omfattende at

interviewe dem ved fysisk tilstedeværelse. I stedet anvender vi Zoom, som er en online mødeplatform, hvor vi har mulighed for at tale frit, samt at se hinanden. Ved interview gør det sig gældende, at der ikke kan undgås en form for påvirkning af den interviewede og dermed opnås der ikke upåvirkede svar. Dette betyder, at interviewerens eksempelvis skal være påpasselig med ikke at stille ledende spørgsmål, eller utilsigtet komme til at udtrykke holdninger, der kan påvirke den interviewedes svar. Derved kan de interviewedes svar være mindre autentiske og dermed have en betydning for den senere analyse (Tanggaard & Brinkmann, 2020). Interview kan ses som en social forhandling, der opstår i interaktionen mellem personer, som leder til svar, der baserer sig på en kontekst, der findes eller opstår mellem interviewerens og den interviewede (Tanggaard & Brinkmann, 2020). I vores interviews knytter den tilsigtede viden sig til de deltagende læreres oplevelser og derfor har vi en interesse i, at den er upåvirket i så høj en grad, som kan lade sig gøre. Vi kan styre samtalsretningen gennem vores spørgsmål, og dermed påvirker vi samtalsretningen. Vi forsøger dog at være åbne, så den deltagende lærer har mulighed for at udtrykke sine oplevelser, som de nu engang er og ikke prøve at tilfredsstille interviewerens ved at svare det, som deltageren tror interviewerens vil høre. I dette tilfælde kunne der være en påvirkning af deltagerne ved, at vi som interviewere også er dem, der udstikker retningslinjer for hele projektet, samt at vores viden omkring STEM vil kunne virke intimiderende for nogle af deltagerne, så de er tilbageholdende med at give deres input uforvarende.

Interviewet kan foretages på mange måder, der strækker sig på et kontinuum fra det ustrukturerede interview til det strukturerede (Tanggaard & Brinkmann, 2020). Et sted i dette kontinuum, mellem det ustrukturerede og strukturerede, ligger det semistrukturerede interview. Her har forskeren som udgangspunkt for interviewet en guide, som kan være styrende for samtalsretningen, men samtidig er der mulighed for at afvige fra den. Vi mener, at en semistruktureret tilgang er den bedst egnede i vores undersøgelse, da vi dermed har et udgangspunkt for samtalen og en bestemt retning, som vi ønsker at holde os til. Samtidig giver det semistrukturerede interview mulighed for, at vi kan følge uforudsete interessante indblik og holdninger hos den interviewede.

På baggrund af ovenstående valgte vi at udforme en interviewguide (Se bilag 10), som udgangspunkt for interview 1. Vi vægtede samtidigt at give plads til spørgsmål, der måtte dukke op i forbindelse med interviewet, således at vi havde en semistruktureret tilgang.

Interviewdeltagerne i interview 1 er udvalgt på baggrund af deres besvarelser af spørgeskema 1. Her er det især baggrundsspørgsmålene om, hvorvidt de har kendskab til STEM eller ej,

om de har undervist i STEM tidligere, samt undervisningserfaring der gjorde sig gældende, da vi ønskede en bred repræsentation af deltagerne i netværket. Derfor er invitationen til at deltage i interview 1 udsendt til både mere og mindre erfarne lærere, samt nogle der kender til STEM og nogle der har svaret, at de ikke ved hvad STEM er. Interviewguiden til interview 1, er delt op i to dele, da der både er inviteret deltagere, som har kendskab til STEM og deltagere der ikke har kendskab til STEM på forhånd, hvilket vi har taget højde for i spørgsmålene. Det skal dog her nævnes, at undervisningserfaring og kendskab til STEM kun var udgangspunktet for, hvem der blev inviteret. Det kunne dog ikke lade sig gøre at få alle de ønskede til at deltage i interview 1 af praktiske årsager, hvilket resulterede i at der var 7 interviewdeltagere i interview 1.

I interview 2 inviterede vi alle de 7 deltagere, der også havde deltaget i interview 1, det lykkedes dog kun at få gennemført interviews med 4 af disse deltagere. Da vi ønskede at besvarelsen af interview 2, skulle danne grundlaget for spørgsmålene i spørgeskema 2, vurderede vi at udsagn fra 4 deltagere var nok til formålet. Til interview 2 havde vi ligesom i interview 1 en semistruktureret tilgang, hvorfor vi også her havde udformet en interviewguide (se bilag 11).

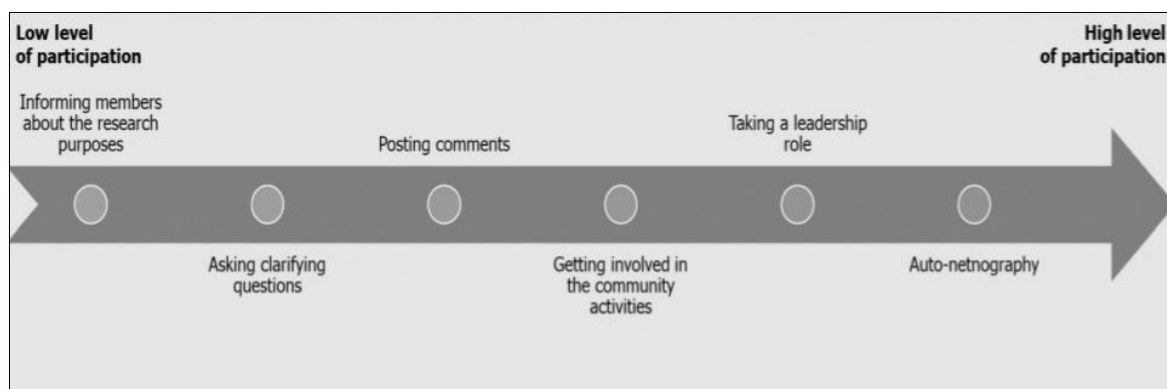
Observation

Observation kan foregå på flere forskellige måder, men formålet med at observere noget eller nogen vil altid være at indsamle viden i form af indsigt i specifikke situationer (Cohen, Manion & Morrison, 2010). For at kunne indsamle observationsdata er det påkrævet, at der er en observatør til stede eller at der foretages en videooptagelse. I etnografi er formålet at indsamle viden om sociale interaktioner, opførelse, samt oplevelser af fx fællesskaber i de vante omgivelser (Spindler & Spindler, 1992). Denne indsamling af data foregår oftest som observationer, samt interviews af de observerede, for netop at opnå en indsigt, der ikke kan indsamles via observation alene (Spindler & Spindler, 1992). Når der foretages observationer, er der flere forskellige faktorer, der kan påvirke observationerne, blandt andet det, at der er en observatør til stede, vil kunne ændre de observeredes ageren (Spindler & Spindler, 1992). Observationen er i dette tilfælde anderledes end i andre lignende studier med fysisk tilstedeværelse, da det udelukkende foregår online. Det tager udgangspunkt i en netnografisk undersøgelse, som består af online deltagerobservation (Kozinets, 2015). Der hvor netnografi adskiller sig fra etnografi er fx, at dataindsamlingen vil foregå anderledes i netnografi. Her kræves det, at som netnograf er der en fortrolighed med den platform, hvorfra data skal

indsamles. Hvis dette er tilfældet, vil netnografi være langt mindre tidskrævende end etnografiske observationer, da det ikke er nødvendigt med fysisk tilstedeværelse i øjeblikket (Addeo, Paoli, Esposito & Bolcato, 2019).

Da vi vil observere erfaringsudveksling og support, er det vigtigt at få etableret et sted, hvor det kan gøres trygt, dette er tidligere beskrevet i afsnittet *Professionelle læringsnetværk*. Netnografi er etnografi udført udelukkende online (Kozinets, 2015), hvilket har både forskellige muligheder og begrænsninger. Ligesom der ved regulære etnografiske undersøgelser er et etisk hensyn at tage overfor deltagerne, er der ligeledes et sådant hensyn at tage i den netnografiske undersøgelse (Kozinets, 2015). I denne undersøgelse gøres alle deltagere opmærksomme på, at de ved at melde sig ind i Facebook-gruppen til formålet, også accepterer at være med i projektet.

I netnografiske studier kan der vælges forskellige tilgange til observationen, den kan være enten i form af skjult observation, hvor observatøren er en del af det online netværk, men uden at informere de øvrige deltagere om, at der deltages som observatør. Det kan også gøres som deltagende observatør, hvor man i forskellig grad informerer og indhenter samtykke fra deltagerne (Addeo et al., 2019). Som beskrevet ovenfor er der i dette tilfælde tale om en åbenlys observation, hvor alle deltagere er informeret om vores hensigter. Der er dog forskellige deltagergrader for netnograferne inden for denne åbenlyse observation. Det kan anses som værende et kontinuum fra lav deltagergrad til høj deltagergrad, som afbilledet på figur 9.



Figur 9: Addeo et als (2019) uddybning af Kozinets arbejde.

Den laveste deltagergrad vil bestå af blot at informere deltagerne i netværket om, at tilstedeværelsen og hvad forskningen går ud på, hvor den højeste grad af deltagelse vil være med det formål at lave en auto-netnografi, som betyder at netnografen i sin forskning inddrager sin egen oplevelse af at være en del af netværket på lige fod med de andre deltagere

(Addeo et al., 2019). I dette projekt har vi som observatører en meget høj deltagergrad i netværket, dog uden at det bliver auto-netnografisk. Dette skyldes, at det er os, der har opsat rammerne for onlinenetværket, samt at vi har påtaget os en lederrolle, for overhovedet at få netværket sat i gang, som tidligere beskrevet.

En af de største ulemper ved at lave netnografiske undersøgelser er, at der ikke kan være en sikkerhed på at kunne komme til observere alle deltagerne (Kozinets, 2015). Dette skyldes, at det netop kræver, at deltagerne er aktive og deltager i debatter eller kommenterer på forskellige opslag. Derfor gennemføres der også spørgeskemaundersøgelser og udvalgte interviews med deltagerne. Dette gøres, både for at sikre brugbare data til projektet, men også for at starte en dialog med deltagerne og på den måde at skabe en grobund for, at de måske vil føle sig mere trygge ved at deltage aktivt. Ved at anvende både spørgeskema, interviews og observation af deltagerne, som dataindsamling er der her tale om anvendelsen af datatriangulering. Denne triangulering belyser den indsamlede data fra flere forskellige vinkler, hvilket styrker validiteten af undersøgelsen, som tidligere nævnt i afsnittet *Mixed methods*.

Webinarer

Den netnografiske observation vil ud over den skriftlige interaktion, der kan foregå i Facebookgruppen, også tage udgangspunkt i de tre webinarer vi vil afholde, som deltagerne kan deltage i, hvis de har tid og lyst. Til disse webinarer afsættes der tid til, at der kan være en dialog om emnet og erfaringsudveksling. Her vil der kunne observeres en mundtlig deltagelse, hvilket kan give en anden og muligvis dybere indsigt i deltageres holdninger, end når disse udtrykkes skriftligt. De to første webinarer er opbygget på samme vis, hvor der først vil være et kort oplæg fra os og derefter vil der være afsat tid til, at deltagerne kan stille spørgsmål, samt diskutere det pågældende emne. Det tredje webinar vil derimod være med udgangspunkt i at have en dialog med deltagerne om, hvordan de kan anvende netværket fremadrettet og vil derfor ikke indeholde noget oplæg. Det første webinar blev afholdt umiddelbart efter endt rekruttering af deltagerne, der var dog ingen af deltagerne til stede til dette webinar og det samme gjorde sig gældende for det andet webinar. Da vi på forhånd havde overvejet, at der kunne være nogle af deltagerne, der ikke ville have mulighed for at deltage, besluttede vi at optage oplægget og lægge det op som en video i Facebook-gruppen. På samme vis optog vi også oplægget til webinar 2 og uploadede denne. Da formatet af webinar 3 ikke ville give mening uden deltagere, besluttede vi os for at lave en tilmelding til dette webinar. Der var desværre kun en enkelt deltager, der tilmeldte sig og derfor aflyste vi

webinar 3. Det betyder også, at vi desværre ikke har nogen observationer fra webinarerne og må derfor stille os tilfredse med observationer af aktivitet i Facebook-gruppen, samt interviews og spørgeskemaer, for den ønskede indsigt i deltagernes oplevelser. Observationer af aktivitet i Facebook-gruppen viste sig dog at være mere vanskelig end først antaget, da der kun var to deltagere, der lavede et opslag og meget få interagerede med både disse to opslag og de opslag, vi som moderatorer lavede i projektperioden. Interaktioner har vi både observeret som *Likes* og *kommentarer*. Vi kan også se, hvor mange der har set et opslag på Facebook, men hvorvidt deltagerne har læst opslagene, kan vi ikke se ud af dette. Derfor er både spørgeskema 2 og interview 2 meget værdifulde her, da det giver os en mulighed for at spørge ind til, hvordan deltagerne selv oplever deres aktivitet i netværket.

Vi har hermed præsenteret, hvordan vi observerer de deltagende lærere i det dertil oprettede online læringsnetværk i specialeperioden. Med afsæt de præsenterede metoder til indsamling af data, vil vi herefter præsentere, hvorledes vi analyserer på det indsamlede data.

Analysemetode

For at kunne analysere de indsamlede data, har vi valgt to tilgange hhv. en statistisk analyse af de kvantificerbare data og en tematisk analyse af de kvalitative data. Der laves en statistisk analyse på de lukkede spørgsmål i spørgeskemaerne og der laves en tematisk analyse af de gennemførte interviews, netnografiske observationer og de åbne spørgsmål fra spørgeskemaerne. Analysemetoderne bliver anvendt i en mixed methods tilgang, hvor temaerne og de statistiske undersøgelser, vil blive anvendt sammen til at forstå dataene. Her vil vi starte med at præsentere det teoretiske grundlag for hhv. statistisk analyse og tematisk analyse, hvorefter vi beskriver, hvordan vi mixer disse to metoder sammen.

Statistisk analyse

Denne kvantitative analytiske tilgangs styrke ligger i at kunne beskrive og forklare, samtidig giver metoden mulighed for at kunne se mønstre og sammenhænge i en udvalgt population og eventuelt udsige en generaliserbar viden (Reimer & Sortkær, 2017). Den statistiske analyse baserer sig på kvantificerbare indsamlede data, som kan samles evt. vha. et hjælpeprogram i overskuelige diagrammer, der kan hjælpe med at skabe overblik i en stor datamængde (Reimer & Sortkær, 2017). Heri ligger mange overvejelser, som forskeren må gøre sig for at kunne tydeliggøre proces og resultater i en senere afrapportering af analysen. Til dette giver Reimer & Sortkær (2017) følgende opmærksomhedspunkter:

- Tydeliggørelse af hvad der er vigtigt (forudsætningen) for at kunne forstå resultaterne.
- Tydelig med hvordan resultater er fremkommet og overvejelser over resultaternes kvalitet.
- Forskerens etiske overvejelser igennem processen fra de første tanker om undersøgelsesspørgsmålet til de endelige resultater af en undersøgelse.

En måde at analysere statistiske data på, som de lukkede spørgsmål i spørgeskema, er gennem en univariat analyse, hvor der analyseres en variabel ad gangen (Boolsen, 2008). Den mest almindelig måde at foretage en univariat analyse på ifølge Boolsen (2008) er gennem frekvenstabeller og beregning af centrale tendenser og variationsmål. I en frekvenstabel er antallet af respondenter, der har svaret det samme talt sammen. Hvis der er over 100 respondenter i alt, benævnes disse i procent. Hvis der derimod er under 100 respondenter, benævnes disse i antal (Boolsen, 2008). Disse tabeller kan også laves som søjlediagrammer, der anvendes til at give et overblik og som gør det lettere at beskrive, hvad de indsamlede data viser. Der kan for eksempel anvendes betegnelser, som ”der er flest” eller ”der er færrest” i beskrivelser af frekvenstabeller (Boolsen, 2008). I forbindelse med beskrivelser af tabellerne, vil forskeren tage valg, der kan være af forskellige årsager som fx personlige eller faglige. Disse valg er et udtryk for forskerens vurdering. I analysen kan man kun sige noget ud fra spørgeskemaets svarkategori, derfor er de vigtigste valg i forhold til, hvad man vil analysere på, truffet i udformningen af spørgeskemaet (Boolsen, 2008). Herudover kan der foretages beregninger, men dette er ofte på data, hvor respondenterne har kunnet svare med tal. Dette kommer vi ikke til at beskæftige os med, derfor vælger vi ikke at præsentere det her.

En anden måde at analysere statistiske data på er bivariat analyse. I den bivariante analyse kigges der på to variabler på én gang, for at se, om de er kausalt forbundet (Boolsen, 2008). En måde at undersøge dette på, kan være gennem en tabel. En tabel fra vores spørgeskema 1, hvor to variabler er krydset, ses på figur 10.

Har du undervist i STEM? Krydset med: Hvilke fag underviser du i?									
	Matematik	Fysik/Kemi	Geografi	Biologi	Natur & Teknologi	Håndværk & Design	Billedkunst	Andre fag	I alt
Ja	24	21	19	23	11	5	5	14	40,2%
Nej	42	21	14	14	24	4	3	22	59,8%
I alt	66	42	33	37	35	9	8	36	82

Figur 10: Dette er et eksempel på, hvordan vi har krydset variablerne: Om en lærer har undervist i STEM (ja og nej) med, hvilke fag læreren underviser i (Matematik, Fysik/kemi, Geografi, Biologi, Natur & Teknologi, Håndværk & Design, Billedkunst og Andre fag)

Disse tabeller kan beskrives, ved at referere til, hvad tabellen viser, men kan også anvendes til en vurdering. Hvis den skal anvendes til at vurdere, hvorledes der er en sammenhæng, bør den ifølge Boolsen (2008) holdes op mod noget teori om emnet.

Tematisk analyse

Ovenstående analysemetode er kvantitativt funderet, hvorimod den tematiske analyse er en blandt mange forskelligartede kvalitative analysemetoder. Braun & Clarke (2006) ser den tematiske analyse, som værende en fundamental metode i kvalitative tilgange, hvor der kan identificeres, analyseres og rapporteres temaer og mønstre på tværs af alt det indsamlede data. Den tematiske analyse kan både afspejle virkeligheden men også afdække bagvedliggende mønstre (Braun & Clarke, 2006).

Når der søges efter temaer og mønstre i det indsamlede data, kan det gøres induktivt, altså bottom-up, hvor temaer er datadrevne, og ikke drevne ud fra forskningsspørgsmålet eller forskerens teoretiske interesse. Der kan også søges efter temaer på deduktiv vis, altså top-down, hvor søgningen drives af forskningsspørgsmålet og det teoretiske ståsted (Braun & Clarke, 2006). Uanset om der vælges den ene eller anden eller begge tilgange, så vil temaerne kunne sige noget vigtigt ift. det overordnede undersøgelsesspørgsmål og de kan vise mønstre eller meninger med det indsamlede data. Her vil forskeren være nødt til at træffe valg af ordlyd, detaljegråd af temaets indhold, og undervejs være fleksibel og tilpasse temaer og eventuelle undertemaer, så vigtige elementer kan tydeliggøres i den senere præsentation af undersøgelsen (Braun & Clarke, 2006).

Tematisk analyse er en fleksibel kvalitativ analysemetode, som er et velegnet redskab for at danne overblik i et rigt, detaljeret og muligvis komplekst datasæt (Braun & Clarke, 2006). At det er en fleksibel analysemetode betyder, at den ikke er velafgrænset og derfor kan der være mange tilgange til at udføre en tematisk analyse afhængigt af det indsamlede data, formålet

med analysen og med hvilket teoretisk ståsted, der er udgangspunktet. Da dette kan være udfordrende for især noviceforskere, er Braun & Clarke (2006) kommet med et bud på en guide, for hvorledes tematisk analyse kan gribes an. De pointerer, at det blot er en guide, hvilket betyder, at den enkelte forsker kan tilpasse analysen ud fra det specifikke undersøgelsesspørgsmål. Guiden, som ses i tabel 1, er et redskab, der kan hjælpe forskeren med at holde fokus i et sandsynligt stort indsamlet datasæt, dog i en fleksibel ramme og hvor der ikke er en fortløbende proces fra fase 1 til fase 6, men ofte en tilbagevendende til tidligere faser.

Fase	Beskrivelse af fasen
1. fase: Bliv fortrolig med indsamlet data	Her er det vigtigt at gennemgå hele datasættet, for at blive fortrolig med alle aspekter. Herunder hører transskribering af interviews.
2. fase: Udform umiddelbare koder	Interessante passager på tværs af det indsamlede data kodes systematisk.
3. fase: Led efter temaer	Koderne samles i potentielle temaer, og data dertil samles
4. fase: Gense temaer	Temaer sammenholdes med de umiddelbare koder og hele datasættet, hvorefter der kan udformes et kort over temaer.
5. fase: Definér og navngiv temaer	Her forfines og tydeliggøres hvert temas kendetegn og definitioner, og sammenholdes med det overordnede indtryk af datasættet.
6. fase: Producer rapporten	Her udvælges det mest interessante, hvorefter disse kan relatere sig til analysen, undersøgelsesspørgsmålet, litteraturen og samles i en rapport.

Tabel 1: Faser i den tematiske analyse efter Braun & Clarke (2006 s. 87)

Braun & Clarke (2006) påpeger, at der er visse faldgruber, hvis forskeren ikke er opmærksom. Her pointerer de, at det er vigtigt...

- ... ikke blot at gengive uddrag fra det indsamlede data.
- ... ikke at anvende spørgsmål fra undersøgelsen direkte som tema.
- ... ikke at have svage, overlappende eller upræcise temaer.
- ... at være opmærksom på om der er uoverensstemmelse mellem data, teorien og de analytiske påstande.
- ... at være tydelig omkring, hvordan analysen udføres og med hvilket formål, så der ikke mangler vigtige informationer.
- ... at analysen skal være meningsgivende og troværdig, for at andre potentielt kan drage nytte af den.

Mixed analyse tilgang

I vores mixed analyse tilgang vil vi anvende både univariat og bivariat analyse til at analysere de lukkede spørgsmål i både spørgeskema 1 og 2 (se bilag 6, 7, 8 og 9). Her anvendes det onlinebaserede analyse-redskab SurveyXact, som redskab til at udtrække relevante data, både til at lave tabeller, krydsningstabeller og søjlediagrammer. Ud fra de statistiske data får vi tydelige og sammenlignelige resultater, om eksempelvis respondenternes kendskab til STEM, erfaringer og om deres måder at planlægge undervisning. Det skal her påpeges, at fremgangsmåden for denne første del af den statistiske analyse er identisk, uanset om det drejer sig om første eller andet spørgeskema. Disse udtrukne data anvender vi til at understøtte og udfylde manglende viden i den tematiske analyse. Den tematiske analyse anvendes til at analysere det indsamlede data fra hhv. første og andet interview, netnografiske observationer af netværket og ud fra de åbne spørgsmål i begge spørgeskemaer. Her læner vi os op ad Braun & Clarkes guide til, hvordan den tematiske analyse kan gribes an (se tabel 1).

Vores tematiske analyse baserer sig både på deduktiv og induktiv tilgang, da vi både søger efter temaer, som relaterer sig til undersøgelsesformålet og den tidligere beskrevne teori, men samtidig er vi åbne for andre uforudsete temaer, som også måtte have en interesse.

Vi er i vores tematiske analyse opmærksomme på, at vi alle bliver fortrolige med det indsamlede data. Dette gøres på følgende vis:

- Vi er to på hvert interview - en interviewer og en observatør, som nedskriver noter undervejs.
- Alle interviews optages, så de kan ses og genses.
- De nedskrevne noter fra interviews anvendes til overblik for de to andre, der ikke er til stede.
- De transskriberede interviews, lægges i fællesdokumenter så alle kan læse dem.
- Svarene fra de åbne spørgsmål diskuteres i fællesskab og giver anledning til mulige temaer.
- Det var planlagt at alle skulle være med til webinarerne, for at kunne observere og deltage i en eventuel debat, samtidig var én udpeget til at nedskrive noter, som kan anvendes i den senere søgning efter temaer. Der var dog ingen deltagere til webinarerne.
- Alle har adgang til Facebook gruppen og drev, hvor aktivitet og interaktioner noteres ned.

I fællesskab findes temaer på tværs af det indsamlede kvalitative data. Derefter ses der, om der er noget kvantitativt data fra spørgeskemaerne, der omhandler samme tema. Dette gøres for at kunne analysere, hvorledes disse kvantitative data belyser temaet i forhold til de kvalitative data.

Analysens fremgangsmåde

I dette afsnit vil vi beskrive, hvordan vi udførte selve analysen. Den første analyse vi lavede, var en statistisk analyse af første spørgeskema. Den indledtes med en gennemgang af besvarelsene. Der var nogle besvarelser, der ikke var fuldendte og nogle der havde besvaret alle spørgsmålene. Vi startede med de ufuldstændige besvarelser, for at se om de var brugbare i statistikken eller ej. Vi fandt, at i mange af de ufuldstændige besvarelser, var der besvaret en stor del af spørgeskemaet. Vi besluttede at beholde de besvarelser, hvor respondenterne var kommet så langt, at de havde besvaret spørgsmålene omhandlende STEM-undervisning, da dette var et af de sidste spørgsmål – resten blev sorteret fra. Det betyder, at i den følgende analyse af 1. spørgeskema, tages der udgangspunkt i 82 besvarelser, hvoraf 12 besvarelser ikke er fuldførte. Da vi havde besluttet dette, anvendte vi SurveyXact til at lave forskellige typer modeller ud fra det indsamlede data, både på en variabel men også krydsningstabeller med to variabler. Dette gjorde vi for at se, hvilke modeller og tabeller der viste dataene, på en sådan vis, at vi kunne bruge dem til at besvare vores problemformulering, samt hvilke interessante fund vi havde gjort. Sideløbende med dette gik vi i gang med den tematiske analyse af første interview og de åbne spørgsmål, senere i processen blev de netnografiske observationer og andet interview også inddraget.

Den tematiske analyses første fase (Braun & Clarke, 2006) indledtes allerede ved interviewets start, da observatøren skulle nedskrive særlige pointer eller interessante vinkler, der måtte opstå undervejs. Dette kan ikke ses, som en egentlig kodning af data, men gav et begyndende overblik i deltagerens udsagn. Hvert interview skulle efterfølgende transskriberes, og her besluttede vi at nedskrive de lydord, der kunne have en betydning i forståelsen af deltagerens udtalelser. Eksempelvis kunne det være vigtigt at tydeliggøre en tøven i besvarelsen af et spørgsmål. Vi besluttede, at til hvert interview, var det selve intervieweren der transskriberede, da det ifølge Tanggaard & Brinkmann (2020) er vanskeligt for en tredjepart at kunne få fat i den præcise ordlyd. Sideløbende med transskriberingerne af interviews, samlede vi besvarelsene af de åbne spørgsmål fra spørgeskemaerne. Tilsammen med de åbne besvarelser, gav det at have deltaget i og transskriberet flere interviews et godt udgangspunkt for de første indledende koder til den tematiske analyse af henholdsvis

interviews og de åbne spørgsmål. I kodningen herefter blev der tilføjet og ensrettet koder, så der var fokus på koder, der havde en direkte relevans for undersøgelsen, men også koder for uforudsete men interessante vinkler.

Disse koder blev samlet i hvert sit dokument, hvorefter temaer kunne findes og gennemgås i fællesskab. I denne proces blev interview 2 udført, transskriberet, kodet og skrevet ind i de samme dokumenter. De fundne temaer dannede nu grundlag for en begyndende nedskrivning af passager til analysen. De nedskrevne udkast blev efterfølgende diskuteret i fællesskab for på den måde blandt andet at se efter temaer, der var indbyrdes forbundne, om temaer gik igen, om der var temaer der skulle præciseres eller om temaer skulle opsplittes eller samles, for at kunne komme med en fyldestgørende analyse. Herefter blev andet spørgeskema sendt ud til alle deltagerne i netværket. Der kom 14 besvarelser, hvoraf de 11 er fuldt besvarede og de resterende 3 ikke har besvaret hele spørgeskemaet. Disse besvarelser blev på samme måde som i spørgeskema 1 omsat til tabeller igen både med en variabel og med to variabler. Herefter fandt vi ud af, hvilke tabeller der kunne anvendes i de forskellige temaer til at belyse temaerne fra en kvantitativ vinkel. Afsnittene i analysen er derfor skrevet ud fra temaer, der i nogle tilfælde både belyses med kvalitativt og kvantitativt data.

Analyse

Ud fra den tidligere beskrevne statistiske og tematiske analysemetode, vil vi her præsentere, hvad de indsamlede data viser om vores problemformulering, som lød: *Hvilke muligheder og udfordringer oplever lærere ved implementering af STEM-undervisning og hvordan kan et online læringsnetværk understøtte læreres professionelle udvikling i forhold til at anvende en STEM-tilgang i deres undervisning?*

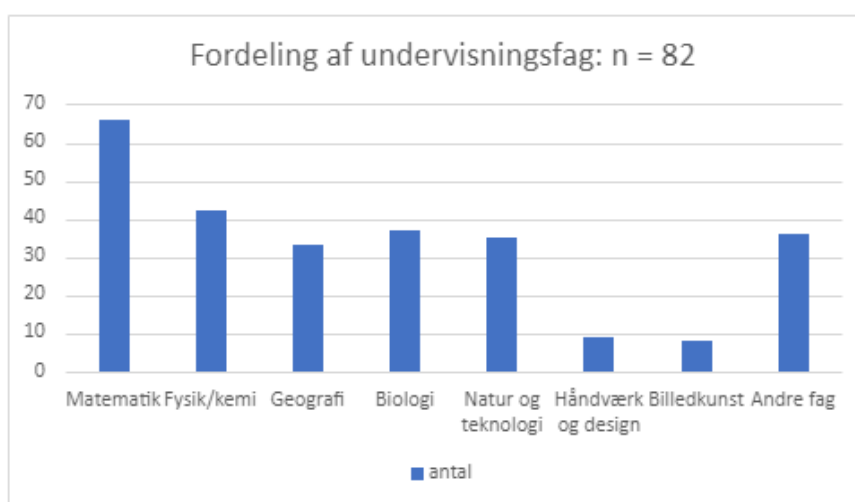
Først præsenterer vi for overskuelighedens skyld, deltageres baggrund, for på den måde at se på, om der er sammenhænge mellem respondenterne og deltagerne med hensyn til anciennitet, fordeling af undervisningsfag. Sammen med dette ses der på, hvorledes undervisningen planlægges af respondenter og deltagere for at analysere på, hvordan dette stemmer overens med den præsenterede teori på området. Dette leder over til en analyse, hvor vi ser på lærernes kendskab til STEM-undervisningen, og deres oplevelser af, hvad elever får ud af undervisning i STEM. Dette er for igen at kunne holde det indsamlede data op mod, de præsenterede forståelser af STEM af bl.a. Bybee (2013) og Michelsen (2021), samt om hvorvidt respondenter og deltagere på samme vis, som den præsenterede teori, ser hvorledes undervisning i STEM bidrager til elevernes udvikling.

Det indsamlede data viser, at der ifølge respondenter og deltagere er flere begrænsninger og rammer ved at indtænke STEM i undervisningspraksissen. Disse udsagn analyseres ud fra, hvordan dette online læringsnetværk kan være med til at mindske omtalte begrænsninger og rammer. Dette leder over til, hvordan deltagerne har anvendt det online læringsnetværk i projektperioden, for her at se på, hvorledes anvendelsen af netværket kan være med til at understøtte en implementering af STEM-undervisning i egen praksis.

Afslutningsvis forholder vi os til, hvordan de præsenterede analyser af de forskellige temaer samlet set, kan vise om lærerne er på vej i en professionel udvikling i forhold til at implementere STEM-undervisning.

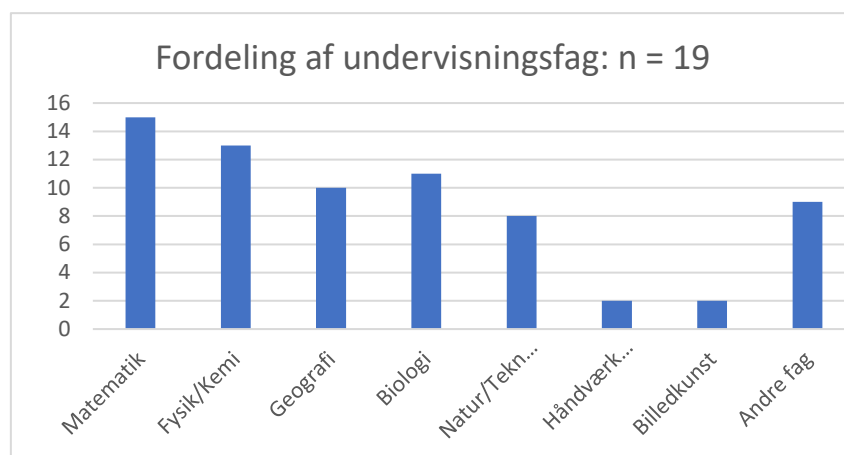
Deltagernes baggrund

Deltagerne i dette projekt er, som tidligere nævnt, delt op for overskuelighedens skyld, i hhv. respondenter af spørgeskema nr. 1 og deltagende lærere i netværket. For at få et overblik over alle respondenternes baggrund, blev de stillet en række spørgsmål om deres lærervirke, herunder fx undervisningsfag, uddannelse, lærererfaring, samt hvilket klassetrin de underviser. Som det ses af figur 11, er der en bred fordeling af naturvidenskabelige undervisningsfag, med en overvejende stor andel af respondenterne der har matematik, som et af deres undervisningsfag.



Figur 11: Respondenternes besvarelse af hvilke fag de underviser i. Vær opmærksom på at respondenterne har haft mulighed for at afkrydse flere fag. (Spørgeskema 1)

På figur 12 ses samme spørgsmål, her har vi kun sat de deltagende lærere ind. Vi kan se, at de også repræsenterer naturfagene bredt og at der ikke her, er en overvejende stor del, der har matematik.

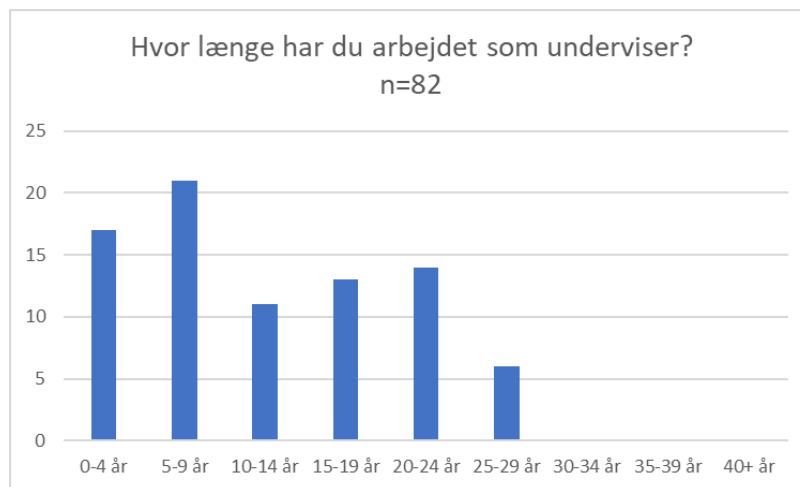


Figur 12: Deltagende læreres besvarelser af, hvilke fag de underviser i. Vær opmærksom på at deltagerne har haft mulighed for at afkrydse flere fag. (Spørgeskema 1)

Ud fra det kan vi se, at lærere der kun har matematik, gerne ville besvare spørgeskemaet, men har ikke været så interesseret i at deltage i netværket. Vi kan se, at langt de fleste af vores deltagere har matematik og minimum ét naturfag, derfor har de principielt, forudsætninger for at gennemføre STEM-undervisning uden at skulle samarbejde med en kollega, dette forstået ud fra vores tidligere beskrevne definition. Dette stemmer godt overens med nogle af de tidligere udfordringer, vi har nævnt. Disse udfordringer omhandler, at lærerne har svært ved at finde tid til at samarbejde med kollegaer, samt et behov for selv at være klædt på til STEM-undervisning (Margot & Kettler 2019; Ejiwale 2013). En af deltagerne giver i interview 1 udtryk for, at der kan være forskel på, om man føler sig fagligt klædt på, uagtet om man er uddannet og underviser i de pågældende fag:

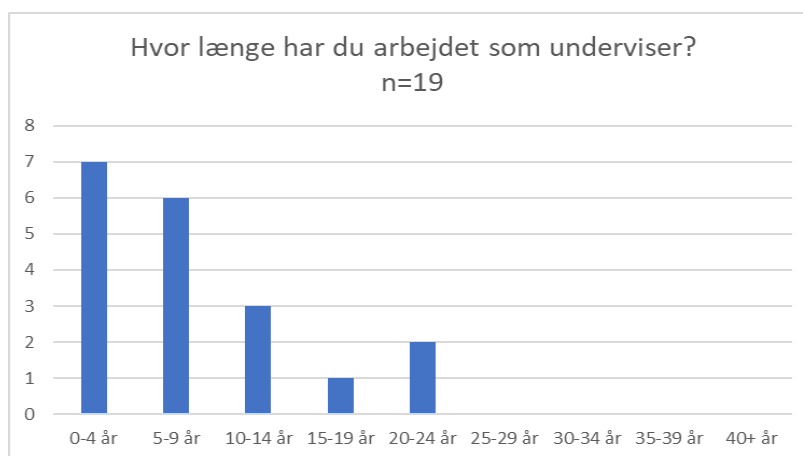
”Det ville være noget, jeg godt ville turde kaste mig ud i, i natur- og teknologiundervisningen, men jeg ville ikke føle mig sikker i at skulle gøre det i fysik/kemi undervisningen. Det kræver tid at strukturere det ordentligt, hvilket jeg godt kan lide både for min egen, men også for elevernes skyld.”. (Deltager i interview 1)

Af baggrundsspørgsmålene ses det også, at respondenterne har en stor diversitet i undervisningserfaring, da dette spænder fra 0-4 år og op til 25-29 år (figur 13).



Figur 13: Respondenternes undervisningserfaring (Spørgeskema 1)

Det samme billede med en stor spredning i undervisningserfaring viser sig i de deltagende læreres besvarelser (figur 14). Dog ser vi, at der er en tendens til, at der var en større andel af de mindre erfarne lærere blandt respondenterne, som tilsluttede sig netværket, end andelen af de mere erfarne.



Figur 14: Deltagende læreres undervisningserfaring (Spørgeskema 1)

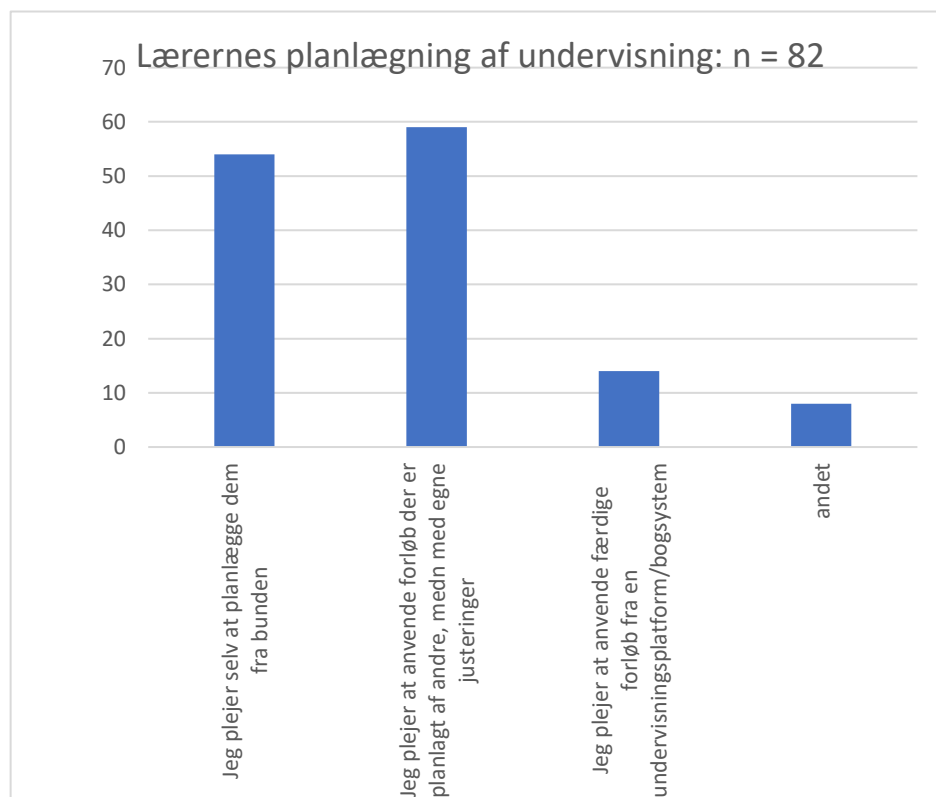
Vi har i den præsenterede litteratur ikke fundet undersøgelser, der lægger vægt på, hvorvidt der findes en sammenhæng mellem undervisningserfaring og lysten til at implementere nye undervisningstilgange. Vi synes dog, at det kunne være interessant at undersøge, hvorvidt der fandtes sådan en sammenhæng blandt vores deltagere. Der er dog faktorer, som spørgeskema nr. 1 ikke tager højde for i de indledende baggrundsspørgsmål, som først er blevet et opmærksomhedspunkt efter gennemlæsning af respondenternes åbne svar, samt interviews

med deltagende lærere. Her er der tale om forskellige faktorer, som kan have indflydelse på, hvordan respondenterne ser på både planlægning af undervisning, samt STEM-tilgangen.

Disse faktorer er bl.a. hvorvidt den pågældende lærer arbejder på en specialskole/med specialelever, som kræver en anden tilgang til undervisning, da disse elever naturligt har et andet behov, end der oftest vil ses i en folkeskoleklasse. Desuden er der også forskellige synsvinkler på, hvordan undervisningen planlægges, alt efter om lærerne arbejder på en større skole med naturfagskolleger, de kan sparre med, eller om den enkelte lærer arbejder på en mindre skole og selv står for at varetage al naturfagsundervisning alene.

Planlægning af undervisning

Vi har gennem vores første spørgeskema og interview haft fokus på lærernes planlægning af undervisningen, da vi som tidligere nævnt, synes det er et område, der ikke er tilstrækkelige undersøgelser om. Derfor er det også naturligt, at vi har fundet dette tema i vores analyse. Et af formålene med spørgeskema 1 har været at undersøge, hvordan respondenterne planlægger deres undervisning. Derfor kan der på figur 15 ses et diagram, der viser, hvordan respondenterne foretrækker at planlægge deres undervisning.



Figur 15: Respondenternes besvarelser af hvordan de plejer at planlægge deres undervisning. Vær opmærksom på at der har været mulighed for at sætte kryds ved mere end et svar. (Spørgeskema 1)

Her ses det, at det varierer, med hvordan lærere planlægger deres undervisning. Respondenterne havde mulighed for at uddybe, hvordan de planlægger deres undervisning, hvis de valgte svarmuligheden ”andet”, hvilket 8 af dem gjorde. Her fik vi en indsigt i forskellige planlægningsmetoder, som har en bred variation. Der er flere af respondenterne, der her skriver, at de anvender bogsystemer eller portaler og tilpasser materialet til deres elever, et eksempel herpå er: *”En blanding af færdige forløb både fra bogsystemer og portaler, med egne justeringer”* (Respondent i spørgeskema 1). En enkelt har også beskrevet planlægningsarbejdet, som et samarbejde i et professionelt læringsfællesskab, hvor de selv udarbejder materialer. Dette er dog ikke den gængse praksis blandt respondenterne, hvor de fleste anvender færdige materialer i et vist omfang, hvilket også ses af figur 15. Dette stemmer godt overens med Lærerkommissionens undersøgelse fra 2019, hvor det også ses, at der er en meget lige fordeling mellem, hvorvidt lærerne i Danmark foretrækker at planlægge deres undervisning fra bunden eller selv at udarbejde undervisningsmaterialer (Lærerkommissionen, 2019).

I vores tematiske analyse er vi kommet frem til, at respondenterne tilrettelægger deres undervisning med forskellige arbejdsmetoder og nogle af disse veksler mellem arbejdsmetoderne, hvilket også stemmer overens med Lærerkommissionens undersøgelse (Lærerkommissionen, 2019). Der er flere af respondenterne, der anvender en undersøgelsesbaseret tilgang til deres undervisning eller som den også kaldes IBSE-orienterede tilgang (Inquiry Based Science Education), hvor lærerne ønsker, at eleverne selv skal være undersøgende for at tilegne sig læring (Elmose & Sillasen, 2013). Andre respondenter, der har deltaget i projektet, har nævnt, at de har fokus på Dunn & Dunns læringsstile: Auditiv, visuelle, taktile og kinæstetiske behov, i deres planlægning af undervisningen (Dunn & Burke, 2006). Således forsøger respondenterne at tilgodese elevernes forskellige fortrukne tilgange til undervisningen. Dette gør de ved at have forskellige arbejdsmetoder i deres undervisning, bl.a. ved at indtænke, at nogle elever skal lytte til noget, mens andre har et behov for at se det.

Andre respondenter fortæller om, at de har mere fokus på, at eleverne skal arbejde med, for eleverne relevante problemstillinger for at sikre, at eleverne er engagerede i undervisningen, samt at undervisningen kan føles vedkommende for eleverne. En af respondenterne skriver om sin undervisning i spørgeskema 1: *”Nærværende, relevant og på elevernes niveau. Min undervisning tilrettelægges altid, så det er problemstillinger, de unge kan forholde sig til.”* (Respondent i spørgeskema 1). Det passer godt med EVAs undersøgelse (2014), der beskrev,

at lærere prøver at gøre det abstrakte stof lettere tilgængeligt for eleverne ved at relatere det til deres hverdag.

Endnu en tilgang vi har opdaget i vores undersøgelse, er at der er deltagere der tilrettelægger undervisningen tværfagligt, både i forhold til de fællesfaglige temaer, men fx også:

“I natur og teknologi arbejder jeg faget sammen med billedkunst i et fælles tema eller bruger billedkunst, som en formidlende og afsluttende opgave på natur og teknologi. Jeg arbejder de to fag sammen i et fælles tema for at skåne eleverne for så mange skift i det traditionelle ugeskema. Det vil samtidig også give eleverne bedre mulighed for fordybelse.” (Respondent i spørgeskema 1)

Disse forskellige tilgange, er der beskrevet teori omkring, som lærerne kan have stødt på enten gennem deres uddannelse eller gennem deres professionelle udvikling. Et eksempel er IBSE, der, som før nævnt er en tilgang der har været meget fremme, som en anerkendt tilgang til naturfagene (Elmose & Sillasen, 2013). Det at respondenterne har forskellige tilgange, stemmer godt overens med undersøgelsen af EVA (2014), som er beskrevet tidligere. Hvor de har fundet frem til, at lærerne i deres planlægning trækker på deres tidligere erfaringer, så når der er nogle af respondenterne, der arbejder med Dunn & Dunn eller med IBSE, tyder det på, at de har afprøvet en teori og haft gode erfaringer med den i undervisningen. Hvis der er andre, der arbejder med elev-relevante problemstillinger, kan det være, at de har fokus på at skabe motiverende undervisning (STUK, 2020) og det har virket og derfor bliver de ved med at have dette fokus.

Lærernes kendskab til STEM-undervisning

Tidligere har vi beskrevet forskellige aspekter af STEM-undervisning, vi vil her først tage fat på, hvordan respondenter og deltagere i netværket forstår STEM, og hvad de ser som kendetegn for undervisning i STEM. Dette leder over til, hvilke erfaringer og udbytter der er med STEM-undervisning, som deltagere og respondenter ser det.

Det er tydeligt fra den tidligere beskrevne litteratur, at der er divergerende holdninger og meninger om, hvordan STEM kan ses, hvilket Bybee (2013), netop påpeger, med sin undersøgelse af området.

Når vi kigger på tværs af det indsamlede data, er der forskellige grader af indsigt i området, men en konsensus om hvad bogstaverne i akronymet STEM står for. Af nedenstående to uddrag af spørgeskema 1, ses respondenternes svar på, hvorvidt de har kendskab til STEM (tabel 2), og hvorvidt de ved, hvad STEM-undervisning er (tabel 3).

Har du kendskab til STEM? (n=82)	
Ja	41
Nej	14
En lille smule	19
Jeg har hørt ordet, men ved ikke hvad det er	8

Tabel 2: Spørgsmål om kendskabet til STEM. (Spørgeskema 1)

Ved du hvad STEM-undervisning er? (n=82)	
Ja	47
Nej	35

Tabel 3: Spørgsmål om viden om STEM-undervisning. (Spørgeskema 1)

Vi kan her se, at kun 14 ud af 82 respondenter ikke har et kendskab til STEM, men at langt størstedelen har et kendskab i et eller andet omfang. Hertil kan vi se, at med hensyn til viden om STEM-undervisning, så er der 35 ud af 82, der ikke ved hvad STEM-undervisning er, men samtidig ved 47 respondenter dog godt, hvad STEM-undervisning er.

Samstemmende hermed fortæller enkelte deltagere i interview 1, at det er begrænset, hvad de ved om STEM, men kommer gerne med bud på, hvad de tænker om indholdet, som eksempelvis denne deltager;

”Altså, det er meget begrænset i virkeligheden, hvad jeg kender til begrebet. Jeg har en eller anden idé om, at det omhandler, ja selvfølgelig de her fire elementer, men jeg har også en eller anden tanke om, at du gerne skal kombinere flere eller alle af de her elementer, så matematik i sig selv måske ikke er STEM, men matematik kombineret med engineering godt kunne være STEM, altså det er hvert fald bare min idé om det.” (Deltager i interview 1)

Når vi i spørgeskemaerne og interviewene spørger ind til, hvad der kendetegner STEM-undervisning, blev der i størstedelen af svarene lagt vægt på, at det er samspil mellem fagene om arbejdet med tværfaglige, åbne opgaver på en praksisnær og undersøgende/eksperimenterende måde. Hvilket i høj grad stemmer overens med de

præsenterede teorier om STEM af blandt andet Larsen et al. (2022) og Bybee (2013). De 47 respondenter som svarede ”Ja” til ”Ved du hvad STEM-undervisning er?” blev efterfølgende spurgt ind til, hvad de ser, som de vigtigste kendetegn for STEM-undervisning i et åbent spørgsmål. Vi har af disse udsagn fundet de tre begreber, som flest deltagere har udtrykt som vigtige kendetegn (tabel 4).

Hvad synes du, er de vigtigste kendetegn for STEM-undervisning? (n=47)	
Undersøgelserbaseret	11
Tværfaglig/fællesfaglig	14
Problemløsningsorienteret	10

Tabel 4: Uddrag af de vigtigste kendetegn for STEM-undervisning ifølge respondenterne. (Spørgeskema 1)

De fleste af respondenterne udtrykker samstemmende med teorien, at undervisningen i STEM tager udgangspunkt i en problemstilling, der er autentisk, samfundsrelevant, tværfaglig eller aktuel for eleverne, hvilket også Bybee (2013) og Michelsen (2021) ser som værende kendetegn for undervisningen i STEM. En deltagende lærer i det andet interview udtrykker, at det at undervise i STEM, netop kan dette:

”For det (STEM) er med udgangspunkt i nogle problemstillinger der er virkelighedsnære, som eleverne synes er interessante. Altså med udgangspunkt i problemstillinger som eleverne jo måske endda får øje på selv. Det er jo også det de skal i naturfagsprøven, de skal selv udvikle en problemstilling... og jeg gider sgu ikke høre mere om plastik i havet og det er så langt væk så de kan ikke forholde sig til det alligevel.” (Deltager i interview 2)

Af ovenstående citat fremgår det, at det samtidig skal være interessant og relevant for eleverne, da de ellers vil kunne have svært ved at forholde sig til det. Vi ser også, at flere af de adspurgte respondenter, der svarede ja til viden om STEM-undervisning (n=47), kendetegner STEM-undervisning som værende: Motiverende/interessevækkende (5/47), undrende/nysgerrige elever (6/47) samt elevcentreret (5/47).

I interview 1 med en af de deltagende lærere, ser vi også ligeledes, hvordan STEM har en anden indgangsvinkel til at motivere eleverne end den klassiske undervisning.

”Det at kunne motivere og engagere elever, det tror jeg STEM har nogle indgangsvinkler til på en anden måde end, at vi igen sidder og svarer på nogle kopiark i geografi-kopimappen. At det er den der mulighed for at engagere

eleverne, fordi de rent faktisk kan finde nogle ting der betyder noget for dem.”

(Deltager i interview 1)

Generelt ser vi, at størstedelen af respondenternes kendskab til kendetegn ved STEM-undervisning, stemmer overens med de præsenterede teorier. Vi er opmærksomme på, at når der ikke er flere end 5 som svarer, at de kendetegner den som motiverende, så er det med stor sandsynlighed fordi, at der er andre kendetegn, de har vægtet højere. Det er dermed ikke et billede på, at der er få lærere, som udelukkende ser STEM som værende motiverende for eleverne.

Vi ser et billede af, at der generelt er en overensstemmelse mellem forståelse hos de respondenter, som tilkendegiver, at de kender til STEM og den præsenterede teori definition af STEM-undervisning. Vi er dog også opmærksomme på, at det kun er 47/82 som tilkendegiver, at de ved hvad STEM-undervisning er. Vi ved ikke med sikkerhed i hvor høj grad de resterende 35, som ikke oplever at vide, hvad STEM-undervisning er, alligevel har et vist kendskab til, hvad der kendetegner STEM, da det desværre ikke var muligt for respondenterne at komme med formodninger om, hvad STEM-undervisning kunne være. 22 af de 35 har tilkendegivet, at de ingen kendskab har til STEM, hvorfor det må antages at 13 ud af 35 er usikre på deres egen forståelse af STEM.

Hvad oplever lærerne, at eleverne får ud af STEM?

Generelt er der en del af de interviewede, der udtrykker, at undervisning i STEM er en tilgang, der er velegnet, når eleverne skal forberedes på naturfagsprøven i 9. klasse. Her påpeges blandt andet mulighederne for at understøtte elevernes kompetenceudvikling ved at arbejde med STEM i undervisningen, som denne lærer udtrykker i et af interviewene;

”Altså med den begrænsede viden jeg har om STEM, der kan jeg se at mange af de kompetencer som man får når man arbejder med STEM, også er kompetencer der kommer i spil, eller er gode at få i spil til afgangsprøven.”

(Deltager i interview 1)

I den ovenfor beskrevne teori om, hvad en undervisning i STEM kan medføre af kvaliteter for eleverne, blev det eksempelvis påpeget af Michelsen (2021) og Larsen et al. (2022), at de tilegner sig viden og færdigheder, for at kunne træffe reflekterede beslutninger til gavn for samfundet. Dette udtrykker en af de interviewede lærere således, når der spørges ind til, hvad STEM kan bidrage med i den henseende;

”Der tænker jeg netop at STEM faktisk giver dem redskaber. Altså måske lige så meget den der gå-på-mod ud i at sige ”der er en eller anden problemstilling, men vi ved ikke hvordan man løser den, men vi prøver et eller andet og så ser vi hvor vi lander henne” (Deltager i interview 2)

Andre deltagere og respondenter udtrykker lignende holdninger og meninger til at STEM-undervisning bidrager med, at eleverne bliver bedre til at identificere problemer og systematisk arbejde med at fremkomme med løsningsforslag dertil.

Når vi ser på 1. spørgeskema, kan vi se, at erfaringerne med at undervise i STEM er fordelt således at 33 respondenter har svaret ”Ja”, mens 49 respondenter svarer ”Nej”. Hertil kunne respondenterne udtrykke deres erfaring, men ikke alle har beskrevet det. Vi kan derfor ikke se et samlet billede af, hvilken slags eller i hvor høj grad de har erfaringer med STEM-undervisning. En af de mere erfarne kommenterede her *”Jeg har lavet og afviklet mange STEM-forløb både i den daglige undervisning, på valghold og i forskellige projekter”*. (Respondent i spørgeskema 1). Andre har lignende erfaringsgrundlag, men i flere af interviewene, er der deltagere, der nævner konkrete erfaringer, der relaterer sig til STEM. Dette kunne være med andre projekter i undervisning, hvor der eksempelvis nævnes projekt Edison⁷, EDP-forløb⁸, STEAM⁹, forløb fra Life Fonden¹⁰ og Naturfagsmarathon¹¹. Mange udtrykker også, at de har erfaringer fra naturfagsundervisningen, hvor de drager paralleller til STEM, efter de er blevet lidt mere oplyste på indholdsområderne. En af de deltagende lærere i det andet interview har afprøvet undervisning med STEM-relaterbart indhold, men erkender at *”hvis det skal være sådan helt ideel STEM-undervisning, så tænker jeg, der er noget vej endnu”* (Deltager i interview 2). Vi kan her se, at erfaringsgrundlaget er divergerende, men mange har et vist kendskab og viden om, hvordan STEM kan indtænkes i undervisningen. Mange har desuden tilkendegivet, at de har afprøvet forløb og aktiviteter forud for projektet, hvor der er indtænkt to eller flere af STEM-disciplinerne. Vi kan heraf udlede, at der er en generel interesse blandt vores respondenter og deltagere i at tænke undervisningen mere på tværs af fag og discipliner, og villighed til at afprøve nye tilgange. Vi kan ud af den interesse, se at vores respondenter og deltagere i et vist omfang, har lyst og motivationen til at afprøve nyt med henblik på at højne undervisningen, for elevernes udbytte. Denne interesse og

⁷ www.edison.ffe-ye.dk

⁸ EDP -Engineering Design Proces (Auener, Daugbjerg, Nielsen & Sillasen, 2018).

⁹ STEAM – Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics www.innovationsteam.weebly.com

¹⁰ www.life.dk

¹¹ www.naturfagsmaraton.dk

motivation, ses ofte i de læringsnetværk, hvor deltagere melder sig ind i af lyst, for netop at kunne interagere, få nye input, udveksle erfaringer, for at kunne blive inspireret til nye tiltag i egen undervisningspraksis som det netop påpeges af Macià & García (2016), Trust (2012) og Manca & Ranieri (2017).

Vi kan se i spørgeskema 2, at 8 af deltagerne har svaret ”Ja” til at de har afprøvet STEM-forløb/aktiviteter og 6 svarer ”Nej”. På baggrund af spørgsmålets udformning, kan vi desværre ikke se, om afprøvningen har været i projektet eller tidligere. Af de deltager som har beskrevet egne erfaringer til netop dette spørgsmål, tilkendegiver én deltager, at *”Jeg elsker at arbejde med STEM, fordi det sætter elevernes kreativitet i gang”* (Deltager i spørgeskema 2). Vi ser også i det samme spørgeskema, at 7 deltagere har ændret opfattelse af STEM, 5 har ikke og 2 har valgt at uddybe med *”Det er blevet afmystificeret og lettere tilgængeligt”* (Deltager i spørgeskema 2) og *”I har givet mig en bedre og bredere forståelse af hvad STEM indebærer”* (Deltager i spørgeskema 2). En af de interviewede lærere har hertil erfaret at *”Det er jo meget sådan dommedagsagtigt meget af det vi arbejder med i naturfag. Men i virkeligheden behøver det bare være ”gærceller er levende organismer”.*” (Deltager i interview 2). Det ser dermed ud til at 9 ud af 14, har fået nye perspektiver på, hvorledes STEM-undervisning kan indtænkes. Vi kan dog kun direkte se en positiv tilkendegivelse ud af de 2 uddybede svar, da vi i spørgsmålets udformning ikke direkte spurgte ind til en positiv ændring i opfattelsen. Disse to lærere må vi antage befinder sig i det første step i en TPD, hvor de netop har afprøvet en ny tilgang i deres undervisningspraksis (Guskey, 1986). Dette kan som tidligere nævnt ikke udgøre det for en TPD, men hvis deltagerne også reflekterer over praksisafprøvningen og på baggrund af dette, ændrer vanlige handlingsmønstre, altså en sammenkobling af de forskellige domæner eller trin i TPD-modellen, er læreren godt på vej i sin professionelle udvikling (Krogh, 2016; Clarke & Hollingsworth, 2002)

Disse erfaringer med afprøvning af STEM-undervisning, leder netop flere af de deltagende lærere til at reflektere over fremtidsperspektiver for STEM. Her udledes det af dataene, at det ikke er selve STEM-undervisningen, som princip, der vil være svært at indføre, da der er en naturlig nysgerrighed inden for de fag og STEM kan være med til at gøre naturfag mere konkret, så der bliver en større kobling til virkeligheden. De fællesfaglige fordybelsesområder minder meget om STEM-arbejdsgangen, hvorfor det falder naturligt for flere deltagere at indtænke STEM i naturfagene til at starte med. Det giver mening at indtænke det i andre fag også, men det tager tid at komme helt ind i den ideelle STEM-

undervisning. Denne refleksion fra lærernes side, over at STEM passer med den undervisning der ellers foregår i skolen, passer godt ind i LabSTEMs didaktiske ramme. De havde en målsætning om at STEM-undervisning skal støtte den læring og undervisning, der i forvejen arbejdes med (Larsen et. al., 2022). Det vil ifølge deltagere og respondenter være givet godt ud, at eleverne skal lære at tænke mere procesorienteret og ikke bare sidde og være til stede. Det kan være med til at give eleverne en ide om, at de kan gøre en forskel, hvis de vil, samt være en del af samfundet. Eleverne bliver bevidste om, at der er en mening med at gå i skole, det er ikke bare noget man skal.

Begrænsninger og rammer

Begrænset viden om STEM

En af de største begrænsninger interviewdeltagerne i interview 1 lagde vægt på, var deres egen manglende viden om, hvad STEM-undervisning helt præcist er. En anden begrænsning er, at når det er et helt nyt område, der skal forstås, så kræves der tid og overskud til at sætte sig ind i indholdsområderne. Desuden nævnte en af deltagerne også i interview 1, at det kan være svært at overbevise sine kolleger om, at det er en god ide at skulle afprøve noget nyt, når deltageren ikke med sikkerhed kan forklare, hvad STEM-undervisning går ud på. En af deltagerne havde i spørgeskema 1 svaret nej til at vide, hvad STEM-undervisning er, men da hun blev spurgt ind til hvorfor i interview 1 svarede hun:

”... det er jo blot min egen idé eller egen opfattelse af, hvad det er, men jeg ved det faktisk overhovedet ikke med 100 procent sikkerhed. Så derfor har jeg svaret nej, for det kan helt sikkert også være alt muligt andet end det jeg siger.” (Deltager i interview 1)

En anden deltager som også udtrykte, at hun mangler viden om, hvad STEM-undervisning er sagde under interview 1, at hun havde hørt lidt om STEM på en matematikvejlederkonference, men at hun manglede noget mere håndgribeligt: *”Jeg manglede nogle konkrete eksempler og det havde I, så derfor tænkte jeg, at det kunne være et sted at starte.”* (Deltager i interview 1). Desuden var der en generel holdning blandt interviewdeltagerne om, at hvis deltageren ikke ved med sikkerhed, at det er STEM, der udføres, så kan følelsen af: *”Hvad kan jeg bidrage med?”* opstå. Denne udfordring har vi i dette projekt forsøgt at imødekomme ved at give deltagerne adgang til Google Drev-mappen med STEM-forløb og -aktiviteter, samt at give fagligt input om forståelsen af STEM gennem

videoklip af de webinarer, der skulle have været afholdt live. Her er det altså forsøgt at understøtte deltagerne ved at imødekomme både pensum og tidligere erfaringer, som er to af de fem områder, som ifølge Margot & Kettler (2019) er vigtige for lærernes oplevelse af at blive understøttet i at implementere STEM.

Strukturelle udfordringer

Størstedelen af de adspurgte deltagere nævner manglende tid, som det første når de bliver spurgt ind til udfordringer med at indføre STEM i deres undervisning. Den manglende tid bliver både nævnt i forbindelse med planlægningen/forberedelsen af undervisningen, udførsel af undervisningen, samt manglende tid til kollegial sparring, i de tilfælde hvor fagene deles af flere lærere, som denne udtalelse fra en deltager i projektet viser; *”Det er oftest den tidsramme der eksisterer på skolerne. Det bedste STEM-undervisning kræver tid til koordinering og planlægning. Denne tid prioriteres oftest ikke fra ledelseslaget.”*

(Respondent i spørgeskema 1). Dette stemmer i høj grad overens med de ofte identificerede udfordringer ved STEM-undervisning, som fremgår af et litteraturstudie (Margot & Kettler, 2019), vi tidligere har præsenteret, hvor både tid til planlægning og udførsel er barrierer for implementeringen af STEM. I citatet fremgår det, at respondenterne har en oplevelse af, at denne tid ikke prioriteres fra ledelseslaget, hvilket en deltager i interview 1 også giver udtryk for. Vi kan ikke sige, om dette er en generel oplevelse, eller om det er i forhold til den konkrete situation i forbindelse med projektet, men uanset hvilken, der er tale om, kan det pege i retning af, at inddragelse af ledelsen er vigtig, hvis der ønskes en succesfuld implementering af STEM.

Det er en bred vifte af udfordringer, der bliver frembragt blandt de respondenter af spørgeskema nr. 1, der svarer, at de på forhånd har erfaringer med STEM-undervisning. Der nævnes bl.a. at det kan være svært at indtænke matematik uden, at det blot bliver til en hjælpedisciplin, at eleverne ikke er vant til at arbejde innovativt, samt at det er svært at få planlagt, så det fungerer på tværs af fag. Desuden nævnes det også, at den manglende erfaring både fra lærerens og elevernes side kan være en udfordring. Her lægges der vægt på, at eleverne er vant til andre arbejdsmetoder end det STEM-undervisning opfordrer til, så derfor er klassens mindset vigtig, for at undervisningen kan lykkes.

Det kan også være vanskeligt at tilpasse STEM-undervisningen til den ”normale” skemastruktur. En respondent, der i spørgeskema 1 blev adspurgt, om vedkommende har oplevet udfordringer med planlægning eller udførsel af STEM-forløb, svarer, at det er

”Tidsfaktoren og at timerne ikke ligger som en blok, dvs. som blokdag på 5 lektioner. Det gør det svært at skabe en flow.” (Respondent spørgeskema 1). Dette er der også en af deltagerne, der udtrykker bekymring for i interview 1, da hun er vant til at have arbejdet meget i fordybelsesuger tidligere. I interview 2 udtrykker hun dog, at det har været en øjenåbner for hende at afprøve et STEM-forløb hen over flere uger og at det faktisk var en fin arbejdsform. Hun synes dog stadig, der er værdi i de mere koncentrerede fagdage/fordybelsesuger, som kan noget andet end de mere langstrakte forløb. Denne deltager var stadig i gang med at afprøve et STEM-forløb med udgangspunkt i et forløb, der ligger tilgængeligt i Google Drev, da vi interviewede hende i interview 2. Hun fortalte, at de på daværende tidspunkt skulle til at påbegynde engineering-delen af forløbet, hvilket hun var meget spændt på, da hun frygtede at det blev en meget omfattende proces, både for hende og eleverne. Denne bekymring går igen hos flere af deltagerne i netværket, dog kommer den til udtryk på lidt forskellig vis. Det bliver både udtrykt, som manglende kontrol over undervisningen og manglende viden om de evt. problemstillinger eleverne selv udarbejder, så man ikke er klædt på til at hjælpe eleverne i deres arbejde. Der er også en bekymring for at kunne overskue mange forskellige processer på én gang, igen med henblik på hvilke problemstillinger, eleverne selv vælger. Her udtaler en deltager i interview 2:

”Det kan hurtigt blive uoverskueligt fordi man ikke ved om eleverne vil arbejde i syv forskellige retninger og om man kan overskue hele processen, kommer der til at mangle remedier? Der vil opstå ting man ikke kan forudsige.” (Deltager i interview 2)

Denne bekymring passer også med den udfordring, der er nævnt i litteraturen, hvor lærere fra forskellige litteraturstudier påpeger, at det at skulle vænne sig til en ny pædagogisk tilgang kan være en stor omvæltning for både lærere og elever (Lesseig et al., 2016; Margot & Kettler, 2019). Denne tilgang, der nævnes, er netop, at læreren skal indgå i en facilitatorrolle og eleverne i højere grad er selvbestemmende (Lesseig et al., 2016; Margot & Kettler, 2019), hvilket også vil kunne medføre de uforudsete retninger og mangeartede processor, som deltagerne udtrykker bekymring for at kunne overskue.

En udfordring vi ikke kunne imødekomme i dette projekt, har været at langt de fleste lærere arbejder efter en årsplan, som ikke i alle tilfælde er særlig fleksibel, især ikke med så kort varsel, som dette projekt var. En interviewdeltager udtrykker i interview 1, at hun ikke ved, om hun kan nå at afprøve STEM-undervisning inden for den tidsramme vores projekt

forløber: *”Når man har en årsplan, der bare kører, kan det være svært at skulle hive noget nyt ind fra siden.”* (Deltager i interview 1). Det, at de fleste arbejder med en årsplan, kan være en af årsagerne til, at det ikke er alle deltagerne, der har afprøvet STEM-undervisning i løbet af projektet, men som ovenstående viser, er der mange faktorer, der kan spille ind, både hos de enkelte deltagere og på de forskellige skoler.

Stilladsering

Flere af de deltagende lærere i projektet peger på, at en forandring i praksis og arbejdsmetoder kan være en udfordring for eleverne, hvilket også vil udfordre læreren. Som tidligere nævnt, kræves der noget tilvænning til de nye arbejdsmetoder og praksisser, for både lærere og elever. Vi ser af følgende citat, at især i starten af et forløb, kræves meget stilladsering, for at få eleverne godt i gang med den nye og mere selvstændige arbejdsmetode: *”Eleverne skal stilladseres meget i starten, da de skal vænnes til mere selvstændige arbejdsprocesser.”* (Respondent spørgeskema 1). En deltager i interview 1, har lignende oplevelse af, at eleverne kan være udfordrede af at arbejde på denne, ifølge hende, abstrakte måde:

”Fordi den her måde at arbejde på med naturfag er meget abstrakt. Og vi stiller kæmpestore krav til deres kognitive forståelse, deres modenhed og det er svært for dem ... håbet er, at man kan lægge nogle skinner ud for nogle elever ved, at de følger nogle faste strukturerer og nogle faste arbejdsformer.”

(Deltager i interview 1)

Dermed stilles der større krav til lærerens didaktiske kompetencer, da eleverne i højere grad har brug for stilladsering. I det ovenstående citat antyder deltageren dog også, at denne udfordring forhåbentligt kan imødekommes med nogle faste strukturer og arbejdsformer. Samtidig understreger Bybee (2013) også, at arbejdet med et transdisciplinært STEM-forløb, hvor alle discipliner integreres i arbejdet med en problemstilling, kan være en udfordring for den utrænede. Derfor kan det give mening, at man langsomt bygger op mod denne arbejdsmetode, hvor eleverne tidligt introduceres til STEM og dertilhørende arbejdsformer, men i en mere stilladseret udgave, og mere fagopdelt tilgang, inden de begiver sig ud i den transdisciplinære tilgang.

Samarbejde med andre lærere

En yderligere fremtrædende barriere ved at implementere STEM, er udfordringer med samarbejdet på tværs af STEM-disciplinerne (Ejiwale, 2013; Lesseig et al., 2016). Denne udfordring fremgår også af interview 1 med en deltager fra projektet, som oplever, at kollegaer er afskrækkede fra at indgå i samarbejde, om noget de føler sig usikre i.

”... der er mange, som har det narrativ, især over for fysik/kemi delen af naturfag, at det kan de ikke finde ud af, så så snart man begynder at inddrage et eller andet der dufter i nærheden af det, så er ens kollegaer ude af døren – det skal jeg ikke røre ved.” (Deltager i interview 1)

En af deltagerne i projektet giver udtryk for, at hun ønsker at anvende STEM i sin undervisning i højere grad end hidtil, opsøge mere viden om STEM og selv planlægge STEM-forløb, men ser det også som en udfordring at samarbejde med andre lærere.

”Jeg synes det er en god måde at tænke fagene på tværs. Det kan være svært i klasser, hvis man deler med lærere, som ikke er helt med på tankegangen. Jeg synes, det udvikler arbejdet på tværs af fagene, da det giver en ramme for at tænke alle fire bogstaver ind.” (Deltager i spørgeskema 2)

Vi ser det som en udfordring for implementeringen af STEM-undervisning, særligt hvis man sigter efter den ifølge Bybee (2013) transdisciplinære tilgang, hvor fagene integreres gennem arbejdet med en samfundsrelevant problemstilling. I disse tilfælde kan man nemlig finde det nødvendigt at skulle samarbejde på tværs af fagene med kollegaer. Vi har tidligere præsenteret fordelingen af undervisningsfag blandt respondenter i vores første spørgeskema (n=82). Her fremgår det, at under halvdelen af respondenterne svarer ja til, at de underviser i naturfagene geografi (33/82), biologi (37/82) samt natur og teknologi (35/82), mens ca. halvdelen (42/82) underviser i fysik/kemi, hvorimod (66/82) svarer, at de underviser i matematik. Vi kan fra disse tal udlede, at det må være de færreste lærere, som besidder en samlet fagpakke, hvor alle STEM-disciplinerne indgår, og her har vi endnu ikke medregnet de to discipliner *Engineering* og *Teknologi*. Det billede, der dannes af fagfordelingen, kan tænkes at være en hæmmende faktor, særligt når Ejiwale (2013) påpeger, at et manglende samarbejde kan skyldes, at lærere mangler kompetencer til at integrere andre fagområder med deres egne fag. Når lærerne, ifølge Margot & Kettler (2019), nævner samarbejde som én af fem vigtige områder, der understøtter lærerens implementering af STEM-undervisning, kan vi godt frygte, at lærernes fagfordeling samt manglende kompetence til at integrere andre end

egne fag, kan have en negativ betydning for at lykkes med at implementere STEM i egen praksis.

Der er dog også et eksempel fra en deltager, som oplever, at kollegaer er åbne for at kaste sig ud i ukendte situationer, som udtaler i interview 1:

”... det er ikke altid alle, der er ombord på at ændre lidt på, hvordan man laver den sædvanlige undervisning. Men på den anden side så er jeg også så superheldig, at den skole jeg er på, der er folk meget åbne for, at hvis man har en eller anden god idé, og siger ”skal vi ikke prøve det her”, så er det meget ofte at ”hvis du mener det kan fungere, så prøver vi det”-agtigt”. (Deltager i interview 1)

Afrunding af begrænsninger og rammer

Vi kan se af ovenstående, at der er mange begrænsninger og rammer, der kan spille ind på, lærerens mulighed og succes med implementering af STEM-undervisning. I vores afsluttende spørgeskema (n=14) tilkendegiver 6 ud af 14 deltagere, at de ikke har afprøvet STEM-forløb eller aktiviteter i projektperioden. Her har vi haft fokus på at spørge ind til de lærere, som har afprøvet STEM-forløb og aktiviteter, og kender derfor ikke årsagerne til, hvorfor de 5 ud af 6 af deltagerne ikke har afprøvet STEM. Det er dog ikke utænkeligt, at én eller flere af ovennævnte barrierer kan være årsagen til det manglende engagement. En enkelt deltager har dog givet udtryk for, at vedkommende havde lagt planer for at skulle gennemføre et STEM-forløb. Dette lykkedes dog ikke på grund af manglende fleksibilitet fra kollegerne, hvilket stemmer overens med de ovenstående beskrevne begrænsninger.

Deltagernes brug af netværket

En stor del af de interviewede deltagere nævner, at de ser netværket, som en måde at blive inspireret på i deres egen undervisning. Derimod er der ikke mange deltagere, som giver udtryk for deres lyst til at dele egne forløb. Noget tyder på, at de synes, det kan være grænseoverskridende og at der dermed er en form for frygt eller ærefrygt involveret, særligt for de mindre erfarne deltagere. Der er dog også nogle, som giver udtryk for, at de ikke er nervøse for tanken om at skulle dele eget materiale. Men gennemgående er det, at deltagerne har et ønske om at bruge netværket, som en inspirationskilde.

”Jeg håber virkelig meget at blive inspireret, at få en faglig støtte i et fagligt fællesskab med en gruppe mennesker, der ligesom jeg er interesseret i at vove sig ud på dybt vand, hvor de nok ikke ved helt præcist, hvad de laver, men er interesseret i at udvikle naturfaget i en positiv retning.” (Deltager i interview 1)

Det kan godt give et billede af, at lærerne i højere grad tænker netværket, som en inspirationskilde til, at løse problemet ”hvad skal jeg lave med eleverne i næste uge?” snarere end at det handler om ”hvordan udvikler jeg min egen praksis?”.

For lærere på mindre skoler, der i nogle tilfælde har alt naturfagsundervisning alene, kan det være en udfordring ikke at have nogen at sparre med omkring sin undervisning. Dette pointerer henholdsvis en respondent i spørgeskema 1, en deltager i spørgeskema 2 samt en interviewet deltager i 1. interview. De oplever, at deres ikke-naturfaglige kollegaer bliver afskrækket, så snart der nævnes noget naturfagligt. De ser derfor et potentiale i netværket som sparringsforum, særligt med henblik på at få sparring med nogle, som besidder andre kompetencer. Disse kompetencer kan være inden for områder, hvor man ikke selv føler sig kompetent fx teknologidelen i STEM. Dermed vil netværket for de fleste deltagere, som udgangspunkt, være en kilde til inspiration og eventuel sparring med ligesindede. Ud fra denne tankegang kan der argumenteres for, at deltagernes intentioner og forventninger netop gør, at netværket kan ses som et læringsnetværk ifølge Wenger et al. (2011) definition. Det kan dermed også ses, at der ikke er tale om et læringsfællesskab ud fra Wenger et al. (2011), da dette vil kræve at deltagerne har et fælles udgangspunkt, hvilket ikke er tilfældet her.

Facebook

Efter anden interviewrunde står det klart, at der er flere deltagende lærere, som ikke føler, at deres deltagelse i projektet har levet op til deres egen intention, da de valgte at gå ind i projektet. Dette stemmer godt overens med de observationer, der er foretaget inde i Facebookgruppen, hvor der generelt har været meget lav aktivitet fra deltagernes side. Der har kun været et enkelt deltageropslag med inspiration til en aktivitet, samt meget få kommentarer på andre opslag fra deltagernes side. Både deltagernes udsagn og de netnografiske observationer understøtter hinanden. Dette medfører, at der kan stilles spørgsmål ved, hvorvidt netværket rent faktisk kan ses som værende et professionelt læringsnetværk, da et læringsnetværk ifølge Trust (2012) er kendetegnet ved, at der er forbindelser mellem deltagerne i netværket, som understøtter en uformel læring hos individet.

Deltagerne kan anses for at være anonyme perifere deltagere (Macià & García, 2016), til trods for, at der er forsøgt skabt et trygt rum, med plads til spørgsmål, som det i litteraturen påpeges, er vigtigt for deltagerne (Macià & García, 2016). De få deltagere, der har været en smule aktive i Facebook-gruppen, kan muligvis være på vej til at blive mere aktivt deltagende. Men som det også er beskrevet i teorien, kan det tage lang tid at opbygge et tillidsfuldt og trygt netværk (Macià & García, 2016). Vi har dog observeret, at langt de fleste deltagere har set opslagene, men kan ud fra disse observationer ikke vide, hvorvidt de har læst opslagene. Dette har deltagerne dog givet udtryk for, at de har gjort, både i interviews og spørgeskema 2. Deltagerne i interview 2 har givet udtryk for, at grundene til de ikke aktivt har interageret mere, end de har, i høj grad skyldes manglende tid og til dels en usikkerhed på egne evner. Flere af deltagerne nævner i interviewet, at de mærker, at de har brug for mere viden og inspiration i planlægningen af undervisningen. Dette er for at føle sig mere sikre i at kunne tilrettelægge både den daglige undervisning, men især også for at kunne dele ud af deres viden og indtænke STEM i undervisningen. Derfor kan der for deltagerne være adskillige grunde til, at de på nuværende tidspunkt ikke har interageret i Facebook-gruppen, men dette har dog stadig et potentiale for at ændre sig på et senere tidspunkt.

Google Drev

I interview 2 og spørgeskema 2 dannes der et tydeligt billede af, at stor set alle de deltagende lærere, som minimum har været inde og orientere sig i både Google Drev-mappen samt Facebookgruppen. I de fleste tilfælde har det dog ikke ført til, at lærerne har afprøvet et forløb. Deltagerne giver udtryk for, at de oplever netværket som brugbart og inspirerende, men at det har været faktorer som tid og daglige udfordringer, som er kommet i vejen for, at de har kastet sig ud i at afprøve STEM-undervisning.

”Jeg tænker da fremadrettet, når jeg skal til at planlægge noget nyt undervisning, at jeg vil gå ind og kigge, om der er nogen, der har lagt noget ud og eller om der er nogen, der har nogle idéer, man kan bruge. Og hvis jeg selv får planlagt et eller andet megafedt, der også fungerer, så vil jeg huske at lægge det ind, så andre også kan få gavn af det.” (Deltager i interview 2)

Enkelte deltagere påpeger samtidig, at de fleste af de tilgængelige STEM-forløb, der er stillet til rådighed, i højere grad er tilpasset undervisning i udskolingen, eller ikke passer ind i den nuværende årsplanlægning. En opsummering af deltagernes begrundelser, fra en Facebook-meningsmåling, spørgeskema 2 og interview 2 for, hvorfor deltagerne ikke har anvendt

STEM-undervisning forløbene fra drev-mappen lyder således: Behov for redidaktisering af forløb, uoverskuelige forløb, forløbets emne passer ikke ind i årsplanlægningen og manglende tid til at sætte sig ind i det. Alle disse begrundelser stemmer både overens med de begrænsninger der nævnes i de litteraturstudier, der er præsenteret i teoriafsnittet *Implementering af STEM-undervisning* (McDonald, 2016; Margot & Kettler, 2019), samt vores analyseafsnit *Begrænsninger og rammer*.

Ud fra spørgeskema 2, kan vi se, at en enkelt tilkendegiver at vedkommende, rent faktisk har afprøvet et tilpasset forløb inde fra Google drevmappen, og 3 overvejer at lægge forløb derind, de resterende udtrykker, der er fundet inspiration og har tanker om at anvende materialer derindefra. Derudover er der 3 deltagere, som overvejer at lægge eget materiale ind. Dette stemmer overens med udsagnene fra 2. interviewrunde. Når vi går ind og ser i Google Drev-mappen kan vi se, at mens projektet har fundet sted, er der én deltager, der har lagt to reviderede forløb op i mappen og en anden deltager har lagt et helt nyt forløb i mappen. Dette kan fortælle os, at som minimum har disse to lærere fundet anvendelse af Google Drev-mappen, til at dele ud af deres undervisning. Om andre tilslutter sig og deler materialer, kan vi kun gisne om, men 3 deltagere i spørgeskema 2, udtrykte i hvert fald, at de har intentioner om det. I det 1. interview spurgte vi ind til det at lægge egne producerede materialer op i Google Drev-mappen. Her kommer deltagerne med udtalelser som *”Det er jo noget der er lidt grænseoverskridende, det er grænseoverskridende at lægge sine materialer ud til åbent skue”* (Deltager i interview 1) og en anden udtaler:

”Der er jo stadig sådan en usikkerhed i det med at være ny lærer, og være nyuddannet og skulle lægge noget ud, som man måske ikke har brugt enormt meget tid på. Men altså, jeg er aldrig nogensinde bleg for at dele, hvis der er nogle der godt kunne tænke sig at få fat i det jeg sidder med, så det er ikke på den måde overhovedet - det er mere øøh frygten ... ærefrygten faktisk.”

(Deltager i interview 1)

Disse to lærere virker mere forbeholdne for at lægge egne materialer op i Google Drev-mappen, hvor det synes at være tanken om, hvorvidt det er ”godt nok”, til at andre fremmede må se og evt. forholde sig kritisk til materialerne. En tredje deltager i 2. interview udtalte *”Hvis jeg får lavet et eller andet spændende forløb, så får jeg lagt det ind. Jeg tænker hvert fald godt jeg kunne finde på det. Hvis energien og overskuddet lige er der og at man kan se, at det giver mening.”* (Deltager i interview 2). Her kan vi se, at der er en intention, men også

overvejelser over, om det nu bliver prioriteret i en travl hverdag. I 2. interview spørger vi igen ind til det i forbindelse med, om lærerne har anvendt Google Drev-Mappen. Igen møder vi en forbeholdenhed over for det at lægge noget op til andre. En deltager udtaler, at hun sandsynligvis ikke vil lægge noget op i Google Drev *”Jeg tror ikke jeg kommer til at lægge forløb ind selv. Medmindre jeg som sagt pludselig opfinder et eller andet helt genialt, det tror jeg desværre ikke”* (Deltager i interview 2). Hun argumenterer med, at de forløb hun plejer at lave, ville virke for ustrukturerede til at kunne dele med andre. Måske tyder dette på, at læreren sagtens selv kan holde strukturen i undervisningen, men at det ville kræve en del arbejde, at få disse tanker nedfældet og struktureret så andre kan anvende materialet. Derudover peger den sidste del af citatet på, at materialet skal have en vis standard – faktisk *”genialt”*, førend det er egnet at dele ud af. Igen kan dette måske ses som en frygt for at blive bedømt kritisk for sit arbejde. Vi ser lidt det samme argument hos denne deltager *”Hvis jeg lige får taget mig sammen til at lave et forløb, der også er brugbart.”* (Deltager i interview 2). Det ser sammenfattende ud til, at for at lægge egne materialer op i Google Drev-mappen, at det handler om prioritering og at materialet skal leve op til nogle krav den enkelte lærer opstiller for at være *”godt nok”*. Dette kan have noget at gøre med foromtalt trygge ramme (Macià & García, 2016), som endnu ikke opleves tilstrækkelig. Vi må formode, at hvis de to lærere, der har lagt materialer op, oplever positive tilkendegivelser, at de antageligvis får lyst til at dele andre materialer. Vi må dog også her påpege, at ingen af de to lærere har reklameret i Facebook-gruppen, for at de har lagt materialer op i Google Drev. Hvilket måske igen kan lede os til at rammerne for netværket endnu ikke føles tilstrækkelig trygge.

Webinarerne

Vi har, som tidligere nævnt, inviteret til tre webinarer gennem Facebookgruppen, hvor der desværre ikke dukkede deltagere op. I et opslag i Facebook-gruppe om det første webinar, var der en der kommenterede med, at hun desværre ikke kunne komme, men gerne ville se videoen efterfølgende. Til webinar 2, lavede vi også en lille reminder om det forlods, her reagerede samme deltager med en *”Tommel op”*. Til det 3. og sidste webinar, oprettede vi en tilmeldingsmulighed med svarfrist i Facebook, men her var der kun en deltager, der tilmeldte sig. En deltager i det 2. interview udtalte dog, at hun havde glemt dette webinar, men havde haft intentionen om at deltage. Vi må heraf erkende, at webinarerne ikke ramte deltagernes ønsker eller mulighed for at deltage. Vi placerede webinarerne i slutningen af formodentlig de flestes arbejdsdag fra kl. 15.15-16.00, så deltagerne eventuelt kunne bruge forberedelsestid

på faglige relevante webinarer. Men måske ramte tidspunktet sammen med hverdagsrelaterede eftermiddagsrutiner med eksempelvis at være på farten for at hente børn eller måske planlagte arbejdsrelaterede møder. Da vi har personligt kendskab til at flere skoler har faste dage med møder, valgte vi at afholde webinarerne på to forskellige ugedage – men som nævnt gav det heller ikke deltagelse til webinarerne. Vi kan ikke med sikkerhed sige noget om, hvorfor der ikke dukkede nogle op til webinarerne, årsagerne kan være mange. Vi kan dog se, at de videoer der er optaget, er blevet set af adskillige Facebook-medlemmer. Vi kan se at den 1. video er blevet set af 17 medlemmer i Facebook-gruppen og video 2 er set af 23 medlemmer af Facebook-gruppen, hertil skal det dog pointeres at disse tal er udtrukket efter at Facebook-gruppen er åbnet op for nye deltagere. Vi kan, som nævnt tidligere, ikke se om det betyder, at de blot har set opslaget og dvælet lidt, eller om de aktivt har været inde og se videoen. I 2. interview, adspurgte vi derfor deltagerne, om de havde set videoerne af webinarerne. 3 af de adspurgte havde ikke set videoerne, men den sidste deltager havde set dem, og havde haft glæde af det ift. forståelsen af STEM som begreb. Vi kan her antage, at det for deltagerne, har det været mere anvendeligt med videoer, som kan tilgås når der findes tid og lyst. Dette kan holdes op mod, det som Trust (2012) og Manca & Raineri (2017) påpeger, at blandt andet den lette tilgængelighed er en vigtig faktor i et online netværk.

Deltagerne er i andet interview blevet spurgt om, hvad de synes om, at netværket er baseret på Facebook og Google Drev, hvilket de alle reagerer positivt på.

”Facebook kigger man jo på eller får en notifikation, så kan man jo gøre det lidt til, hvad man vil. For man ved den ligger der og den hele tiden ligger der. Men det er også lidt, har jeg tid lige nu eller det har jeg ikke, så kan man vende tilbage. Hvor på mail, der husker man det lige nu og så glemmer man det om en uge.” (Deltager i interview 2)

Ovenstående citat er godt beskrivende for den generelle holdning til at have et netværk via Facebook, andre deltagere nævner også, at de netop er på Facebook i forvejen og at de også anvender andre Facebook-grupper, der omhandler undervisning. Dette stemmer godt overens med den tidligere beskrevne teori om professionelle online netværk, hvor det netop påpeges at den lette tilgængelighed og muligheden for hurtigt at søge sparring er essentiel for deltagerne i et sådan netværk (Trust, 2012; Manca & Raineri, 2017).

Vi har gennem projektperioden observeret på deltagernes aktivitet i netværket. Vi har som nævnt erfaret, at mange af deltagerne må anses som værende anonymt perifere deltagere, hvilket kan skyldes mange forskelligartede årsager. Dette kunne være manglende tryghed i at dele ud af egne erfaringer, ikke at føle at egne opslag og materialer er gode nok eller om det nu er tilstrækkeligt til at kunne karakteriseres som STEM. Det skal dog påpeges, at netværket kun har været oprettet i en meget kort periode og derfor vil det forventes, at nogle deltagere ikke har forsøgt at ændre deres praksis, da deres elever og undervisningen heraf naturligvis er deres første prioritet og ikke dette projekt. Det skal dog også siges, at et holdningsskifte i lærerens synspunkt eller en øget opmærksomhed på STEM vil være første skridt i retningen af at ændre sin undervisningspraksis, som beskrevet tidligere i afsnittet *Professionel udvikling af lærere*. Derfor må besvarelserne af spørgeskema 2 siges at være yderst relevante på trods af den snævre tidsramme.

Implementering af STEM-undervisning på baggrund af deltagelse i netværket

For at se efter tegn på hvor langt vores deltagere er nået i deres implementeringsproces af STEM-undervisning, må vi starte med at se på, hvor mange der har afprøvet STEM. I spørgeskema 2 svarede 8 ud af 14 deltagere i projektet, at de havde afprøvet STEM, men da vi som nævnt, ikke havde fået præciseret spørgsmålet, kan vi ikke sige noget om, hvorvidt denne afprøvning er sket før eller under projektperioden. Men vi kan dog se, at når vi sammenholder de uddybende kommentarer med vores interviewede deltagere i 2. interview, så er der sammenfald mht. de eksempler, der er givet. Vi kan med sikkerhed sige, at blandt de fire interviewede i 2. spørgeskema har én afprøvet et forløb fra Google Drev-mappen, en anden har planlagt og udført eget STEM-undervisningsforløb, en tredje har været med i naturfagsmaraton, som hun selv påpeger, indeholder elementer af STEM og den sidste af de interviewede har endnu ikke afprøvet STEM-undervisning. Derudover har en deltager tilkendegivet i Facebook-gruppen, at hun på daværende tidspunkt var i færd med at afprøve et STEM-undervisningsforløb.

Hvis vi skal forholde os til deltagernes implementeringsproces ud fra den tidligere præsenterede implementeringsmodel AIF, så kan der her, ses tegn på, at deltagerne har bevæget sig i flere af modellens fire dynamiske faser. I det nedenstående citat, ses en deltagers svar på, hvorfor hun meldte sig til projektet.

”Og så det at kunne motivere og engagere elever, det tror jeg STEM har nogle indgangsvinkler til på en anden måde end, at vi igen sidder og svarer på nogle kopiark i geografi kopimappe. At det er den der mulighed for at engagere eleverne, fordi de rent faktisk kan finde nogle ting, der betyder noget for dem.”

(Deltager i interview 1)

Her fremgår det blandt andet, at den deltagende lærer har gjort sig nogle overvejelser om implementerbarheden af STEM i hendes undervisning, hvorfor der altså er tale om den fase i AIF som hedder eksploration. Anden fase af AIF er som tidligere nævnt installering. Samme deltager giver her udtryk for, at hun har orienteret sig i netværket, for at blive klogere på STEM.

”Ja ja for jeg har været inde at kigge, især første webinar, var jeg inde at lure. Det var fint fordi, altså både at få en begrebsafklaring på hvad STEM er, og få det pindet en lille smule mere ud, og så den der forståelse af at man ikke behøver at have alle fire søjler i spil hver gang, for at kunne kalde det STEM. Det blev lidt afdramatiseret, det første webinar der, da jeg var inde at se den efterfølgende. Så det synes jeg var rigtig fint.” (Deltager i interview 2)

Dermed kan det siges, at deltageren har bevæget sig over i fasen installering, som altså er den fase, hvor man forbereder implementeringen. Den begyndende implementering, som er tredje fase i AIF-modellen (Albers et al., 2015), kommer til udtryk i samme deltagers fortælling, om et forløb hun har afprøvet i en 7. klasse, som har flere elementer af STEM i sig. Der ses dog ingen tegn på, at deltageren har evalueret den begyndende implementerings resultater, ej heller ses der tegn på en rutinisering, hvorfor det må vurderes, at deltageren endnu ikke er bevæget sig over i fasen *Fuld implementering*. Dette kommer måske heller ikke bag på os, eftersom implementeringsprocessen ifølge Albers, Høgh & Månsson (2015) skal ses som en iterativ og dynamisk proces, hvor gentagne bevægelser mellem faserne vil lede til en fuld implementering over tid.

Men ét er at afprøve noget i praksis, noget andet er, om det at deltage i projektet har haft en påvirkning af lærernes opfattelse. Her kan vi se, som tidligere nævnt, at 9 ud af 14 har ændret opfattelsen af, hvad STEM-undervisning er.

Sammenholdt med nedenstående tabel (tabel 5), kan vi med sikkerhed sige, at deltagelse i projektet har medført en ændring i en eller anden form for 10 af de 14 deltagere.

Ved deltagelse i projektet har du da ændret: (n=14)	
Din måde at tænke undervisning på?	4
Din undervisningspraksis?	1
Elementer/tilgange/metoder i din undervisning?	6
Elementer/tilgange/metoder i din planlægning af din undervisning?	3
Intet af ovenstående?	3
Andet	0
Uddyb gerne dit/dine svar ¹²	1

Tabel 5: Oversigt over ændring ved deltagelse i projektet, vær opmærksom på at det har været muligt at afkrydse flere svar. (Spørgeskema 2)

Dette leder os til at se på, hvilke dele af netværket der har medvirket til disse ændringer. Vi kan se i spørgeskema 2, at kun 2 af 14 ikke har været inde og kigge i Google Drev-mappen, mens de resterende alle som minimum har været inde og kigge efter inspiration, og som tidligere nævnt er der også fundet og anvendt materialer derfra. En enkelt deltager skriver i dette spørgeskema, at vedkommende har lagt en beskrivelse af en aktivitet derind. Til dette kan vi sige, at vi her er længere mod en egentlig implementering af STEM-undervisning, da denne lærer, viser en forståelse og en lyst til at dele egne materialer til inspiration for andre. Ved at krydstjekke vores interview, med dette svar, kan vi se, at samme lærer først erkendte efter en afprøvning af dette forløb, at det egentlig var en STEM-undervisningsaktivitet.

Det er dog sværere at udlede ud fra spørgeskema 2 og 2. interview, om diverse opslag og aktiviteter i Facebookgruppen har medført, at deltagerne i projektet har implementeret STEM i deres undervisning. Vi kan i spørgeskemaet se (tabel 6), at flere sætter pris på den inspiration, de får ved deltagelse i gruppen. Hertil har en af de interviewede udtalt, at især webinar 1 var med til at klarlægge STEM, således hun havde en bedre forudsætning for at tænke tilgangen ind i undervisningen.

Vi kan af ovenstående se, at flere af de deltagende lærere, har fået inspiration til og effektueret en ændring praksis, men om dette er forbigående eller en vedvarende ændring –

¹² Deltageren her har skrevet ”Jeg havde ikke mulighed for at lægge et STEM forløb ind i planen, det var ikke muligt at bytte timer.

dermed en decideret implementering af STEM i deres undervisning, kan vi dog ikke sige noget om.

Hvad tænker du om Facebookgruppen? (Brugbar/ikke brugbar og hvorfor?)

- *"Jeg synes det er en rigtig god idé med gruppen, og håber den kan køre videre og jeg selv får tiden til at blive en lidt mere aktiv del af den."*
- *"God ide, men skal lige finde tid til at kigge mere på den."*
- *"Facebook gruppen er brugbar i forhold til erfaringsudveksling."*
- *"God side med mulighed for sparring og spændende perspektiver."*
- *"Jeg håber at gruppe kommer til at få sit eget liv, og bliver en platform for vidensdeling og inspiration. Derfor vurderer jeg den til at være brugbar."*
- *"God ide som sparringsrum."*
- *"Opslagene var lidt teksttunge, set i lyset af en travl hverdag. Men fedt med inspiration."*
- *"Jeg synes at den er brugbar. Jeg har bare haft så meget andet at se til, så jeg har ikke fået kigget så meget i den."*
- *"Jeg tænker at det er brugbart, men jeg har ikke haft tid til at dykke ned i det."*
- *"God vidensdeling med eksempler på forløb."*
- *"Den har været brugbar til inspiration."*
- *"Har været tilgængelig med de nødvendige oplysninger."*

Tabel 6: Tabel over et uddrag af deltagerens tanker om Facebook-gruppen. (Spørgeskema 2)

Vi kan derimod, se at mange af deltagerne udtrykker en intention om at indtænke STEM fremadrettet, hvilket også kan ses som et led i implementeringen med eksempelvis følgende citater fra spørgeskema 2:

- *"Jeg synes drev-mappen er rigtig god med flere fine og inspirerende forløb. Jeg glæder mig til at kunne bruge dem aktivt i forhold til næste års plan"* (Deltager i spørgeskema 2).
- *"Jeg synes den er meget brugbar, og jeg glæder mig til at komme til at bruge nogen af forløbene næste skoleår"* (Deltager i spørgeskema 2).

I de afsluttende interviews udtaler en deltager, at hun efter dette projekt vil "... prøve at arbejde mere STEM-agtigt i den daglige undervisning, at det ikke kun er noget jeg gør, når der er en fordybelsesuge eller et eller andet, men at prøve at tage det mere med ind i den

daglige undervisning” (Deltager i interview 2). En anden udtaler samstemmende, at hun godt kunne tænke sig fremadrettet at komme mere i den retning. Dertil kan vi tilføje, at deltageren der også har lagt en STEM-aktivitet op i Google Drev, udtalte at hun *”sagtens”* kunne finde på mere af den slags undervisning. Her kan vi se, at i hvert fald disse tre fremadrettet ønsker at indtænke og måske endda implementere STEM-undervisning. Den fjerde og sidste interviewede udtrykker også, at hun *”helt sikkert”*, vil bruge primært drev-mappen når hun planlægger fremadrettet, men hun tilføjer også *”Intentionerne er der, men det er svært nogle gange at få det til at hænge sammen”* (Deltager i interview 2). Vi kan hermed se, at intentionerne er der, men samtidig kan vi, som vi skriver mere om i afsnittet *Implementering af STEM*, at der er nogle barrierer og udfordringer, som skal håndteres for en succesfuld implementering af STEM.

Med netværket kan vi tilbyde en sparringsplatform, hvor gruppe-medlemmer, kan finde inspiration, for på den måde at blive mere klædt på til en egentlig implementering af STEM i deres daglige virke.

Deltagernes professionelle udvikling

I dette projekt kan vi se, at flere af deltagerne udtrykker, at de meldte sig til projektet, da de ønsker at udvikle sig professionelt. Eksempelvis udtrykker en deltager til spørgsmålet i interview 1, om hvorfor vedkommende har meldt sig til projektet: *”Jamen det er 100 % for egen vindings skyld, jeg vil gerne gøre min undervisning bedre og jeg vil gerne stå stærkere i min undervisning”* (Deltager i interview 1). Dette understøttes af en anden deltager, som ønsker en pædagogisk udvikling. Dette er en god forudsætning for deltagernes professionelle udvikling, da det er vigtigt for udviklingen, at deltagerne er motiverede for at deltage i projektet (Krogh, 2016; Clarke & Hollingsworth, 2002). Andre deltagere tilkendegiver i interview 1, at de ved at deltage i et sådant projekt, kan få nye input til deres undervisningspraksis. Derudover vil deltagelsen også betyde, at de får adgang til en del færdige undervisningsforløb, som er klar til afprøvning, hvilket deltagerne ser som en fordel. Dette kan være tegn på, at de ydre stimuli vi har opstillet for at inspirere deltagerne fra starten, har igangsat en personlig interesse for at afprøve nye tilgange i praksis, som ifølge Clarke & Hollingsworth (2002) kan være første del af en TPD.

Nogle deltagere udtrykker, at det for dem er centralt at samarbejde med andre lærere om implementeringen af denne nye STEM-tilgang. Lærersamarbejde er en vigtig faktor for en

effektiv TPD eventuelt i form af et læringsfællesskab eller -netværk, ifølge Krogh (2016). Dette kan netop understøttes af et online læringsnetværk, som i dette projekt – hvilket kan være mere relevant for de deltagere, der ikke har kolleger at sparre med om STEM på deres respektive skoler. I tråd med dette udtrykker en deltager, *”at summen af samarbejde, giver mere end den enkelte lærer tilføjer i det, samtidig med at ansvaret er et fælles anliggende”* (Deltager i interview 1).

I det andet interview fandt vi, at de adspurgte deltagere har haft god mulighed for at reflektere over egen praksis – hvilket er tegn på, at deltagerne er i gang med en TPD, da det afhænger af refleksion og handling (Krogh, 2016; Clarke & Hollingsworth, 2002). Refleksionen er blandt andet med afsæt i den megen inspiration, hvor deltagerne så mange perspektiver i at indtænke både fuldt integreret STEM, men også enkelte elementer. Disse deltagere udtrykker, at deres syn har ændret sig i større eller mindre grad. I første omgang kan det nævnes, hvordan de udtrykker en ændring ift. STEM. Her nævnes, at deltagerne har fået et nyt syn på enten teknologi, engineering og/eller matematik og hvordan disse discipliner kan indtænkes i eksempelvis fællesfaglige forløb. Her skal det dog påpeges, at der kun vil være tale om en igangværende TPD hos deltagerne, da en sådan kræver både handling og refleksion (Krogh, 2016; Clarke & Hollingsworth, 2002), hvoraf langt størstedelen af deltagerne kun er nået til en af delene, og få er i gang med begge dele.

Der er også blevet udtrykt en ændring i, hvor fokus kan ligge fremadrettet. Her nævnes eksempelvis af en af deltagerne i interview 2, at hun fremover vil have større fokus på, at eleverne skal være mere med i planlægningen:

”Idéen om at gøre det lidt mere undersøgende og at eleverne har lidt mere at sige og har mere ”hands on”. Det synes jeg er meget interessant og det er det som jeg skal øve mig i at få ind i min undervisning.” (Deltager interview 2).

Det er vigtigt for flere af deltagerne i interview 2, at eleverne skal være kritisk tænkende, refleksive og kompetente til at skaffe sig en brugbar viden, og ikke mindst skal eleverne blive bevidste om deres egen rolle i samfundet. Dette tyder på, at deltagerne er i gang med en professionel udvikling, da de har motivation og en intention om at deres elevers læringsudbytte kan ændres, ved at ændre egen praksis.

I et eksempel var en deltager blevet inspireret af netværket, og havde reflekteret over og justeret sin undervisning, så hun efterfølgende udtalte: *”Jeg fik inspiration i undervisningen, og tænkte det er sgu da sådan vi gør det, i stedet for at jeg partout altid skal vise dem vejen*

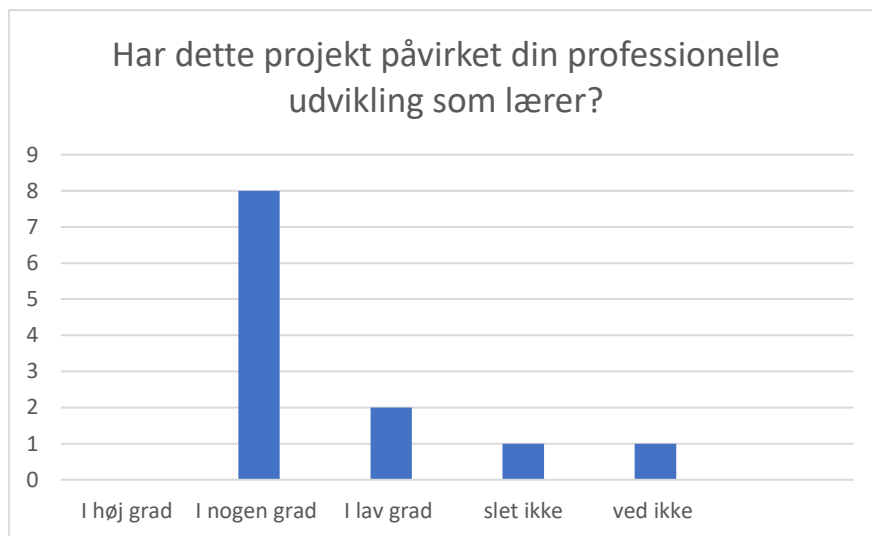
frem” (Deltager i interview 2). Samme deltager havde tidligere oplevet udfordringer ved at få eleverne i udskolingen til at undres:

”Så er jeg jo nødt til at kigge indad og ændre på min måde at undervise på, for så må der jo være et eller andet i det, som ikke fungerer. Jeg tænker STEM kunne være det, der skulle prøves af for at se, om det kan være det, der kan løsne op for nogle ting...” (Deltager i interview 2)

Denne deltager udtrykker dermed en igangværende proces i flere af de fire domæner, der skal ske en ændring i, for at der sker en TPD, ifølge Clarke & Hollingsworth (2002). Deltageren har både anvendt eksterne medieringer som inspiration, samt ændret sin praksis. Desuden reflekterer deltageren også i interview 2 over egne holdninger og erfaringer, men har muligvis ikke set en ændring i elevernes læringsudbytte på nuværende tidspunkt. Dog vil den positive indstilling til de andre ændringer ifølge deltageren medføre, at hun gerne vil arbejde mere med STEM i sin undervisning, hvilket på sigt kan medføre en TPD.

En deltager påpeger i interview 2, at hun fremadrettet vil indtænke mere STEM i sin daglige undervisning, og *”at det ikke kun er noget jeg gør, når der er en fordybelsesuge.”* (Deltager i interview 2). Hun og to andre interviewdeltagere, samt to deltagere der har besvaret spørgeskema 2, nævner også, at de vil indtænke STEM og gøre brug af netværket, når de sammen med deres respektive naturfagsgrupper, skal i gang med næste års planlægning. En tredje deltager istemmer med at dette projekt har været med til at plante nogle frø, som ligger i bevidstheden, til når der skal planlægges undervisning i fremtiden. Her bemærker vi, at disse lærere er blevet understøttet af netværket i deres refleksioner om at implementere STEM-undervisning. Dermed viser de intentioner om at ændre deres praksis, hvilket betyder at de er i gang med en professionel udvikling.

Indtil videre har vi analyseret på vores netnografiske observationer i Facebook og Google Drev, samt vores interviews og åbne spørgsmål i spørgeskemaerne. I spørgeskema 2 har vi bedt de deltagende lærere om selv at vurdere, hvorvidt projektet har påvirket deres professionelle udvikling.



Figur 16: Deltagernes besvarelse af hvorledes deltagelse i projektet har påvirket den professionelle udvikling. (Spørgeskema 2)

Ud fra deltagernes besvarelser i figur 16, ses det at 8 ud af 12 mener, at deres professionelle udvikling er blevet påvirket i nogen grad. En af disse deltagere har uddybet sin besvarelse:

”Det at få nogle input til sin undervisningspraksis, udvikler jo altid. Det at have møder med jer, hvor vi har siddet og talt og reflekteret, over didaktik har givet mig en udvikling ved, at man lige kommer en runde omkring hele sin måde at se undervisningsopbygning på.” (Deltager i spørgeskema 2)

Det ses dog også, at en af deltagerne har svaret at vedkommendes professionelle udvikling slet ikke er blevet påvirket, denne person har givet udtryk for, at det skyldes ufleksible kolleger, der gjorde, at planerne om at gennemføre STEM-undervisning forblev planer og ikke blev ført ud i livet. Disse besvarelser fra deltagerne må siges at stemme godt overens med vores analyse. Langt størstedelen af de deltagere vi har været i dialog med gennem projektet, har påbegyndt en professionel udvikling. Der kan være forskellige forklaringer på at deltagerne ikke selv vurderer, at deres professionelle udvikling er blevet påvirket i høj grad. En for os logisk forklaring kunne være, at det netop har været et projekt, der er foregået over en kort tidsperiode, samt at vi også i de fleste tilfælde kun har observeret tegn på at påbegyndt TPD. En anden forklaring kunne også være, at vi ikke har beskrevet for deltagerne, hvordan vi definerer professionel udvikling, hvilket kan medføre at deltagerne er usikre på, hvad de skal svare.

Diskussion

I diskussionen vil vi diskutere flere forskellige temaer, som vi har opdaget dels i vores litteratursøgning og i vores analyse. Det første tema vi vil diskutere, er forskellige tilgange til STEM-undervisning, her vil vi diskutere, hvilke tilgange der er og hvordan de passer sammen. Derefter vil vi diskutere de deltagende læreres implementering af STEM, i forhold til hvordan teorien forholdt sig til implementering. Herefter vil vi diskutere det online læringsnetværk, hvordan det har udviklet sig og hvordan det har fungeret i praksis i forhold til den teori vi har præsenteret omkring netværk. Herefter vil vi kort præsentere begreberne top-down og bottom-up, for at kunne diskutere, hvilken betydning det i vore projekt har haft, at lærerne selv har meldt sig til projektet og om det havde været mere hensigtsmæssigt at inddrage ledelsen på skolerne. Dernæst vil vi diskutere, hvorvidt lærerne har gennemgået en professionel udvikling. Slutteligt vil vi diskutere vores undersøgelsesdesigns betydning for vores undersøgelse og hvad vi kunne have gjort anderledes.

STEM-tilgange

I teorien præsenterede vi, at der ikke er én bestemt tilgang til, hvordan STEM-undervisning skal praktiseres og der er derfor ikke ét facit på og en endegyldig tilgang. Vi ser også, at deltagerne har forskellige indgangsvinkler og forståelser af STEM, som de tager med ind i deres tilgange til undervisningen. Derfor vil vi i dette afsnit diskutere, hvilke tilgange der er til STEM-undervisning.

Vi har set, at der kan være forskellige fokuspunkter og metoder til, hvordan STEM-tilgangen kan forstås. Noget af det første der kan diskuteres i forhold til tilgange, er hvorvidt, det er væsentligt at inddrage alle fire discipliner for at kunne kalde det STEM-undervisning. Her har vi allerede udtrykt, at vores holdning er, at man som lærer kun behøver at indtænke to eller flere discipliner for at kunne kalde det STEM-undervisning. Dette kan vi også observere, at nogle af deltagerne forholder sig til. Der er blandt andet en af deltagerne, der nævner at, hvis hun kun har matematik, så ser hun det ikke som værende STEM, da det i hendes øjne er nødvendigt, at det skal være tværfagligt. Dette er vi helt enige i, da vi i vores definition, også ser STEM, som det Bybee (2013) kalder for en transdisciplinær undervisning, hvor de forskellige discipliner arbejder sammen om en fælles problemstilling. LabSTEM har en anden holdning til antallet af discipliner. I deres tilgang har de en tanke om, at alle fire discipliner skal være med for, at det er STEM-undervisning (Larsen et. al., 2022). Der må

altså siges at være flere forskellige tilgange til STEM, både hvis man ser på Bybees (2013) forskellige mulige tilgange og LabSTEMs integrerede tilgang (Larsen et. al., 2022). Flere af de deltagende lærere, beretter at STEM er blevet afmystificeret og mere håndgribeligt for dem, efter at de har fået forskellige input fra vores side. Vi har en idé om, at det netop bliver mere håndgribeligt af, at alle disciplinerne ikke behøver at være indtænkt hver gang. En mulig faldgrube, der kan diskuteres i denne forbindelse er, hvorledes det sikres, at STEM for den enkelte lærer ikke ender med bare at blive en kobling af to fag. Her anser vi det som vigtigt, at der varieres i hvilke discipliner, der bliver anvendt i undervisningen eller eventuelt udeladt fra forløb til forløb. Hvis der i hvert STEM-forløb anvendes matematik og naturfag, således at teknologi og engineering bliver udeladt hver gang, tænker vi ikke det kan kaldes STEM i længden. Det kan derfor være, at der er grundlag for at lærere, der anvender STEM, skal være opmærksomme på, om alle fire discipliner anvendes i løbet af en given tidsperiode. Det skal dog også nævnes, at vores holdning til STEM er, at det ideelle STEM-forløb vil indeholde alle fire discipliner i varierende grad.

En anden pointe der kan diskuteres, er overvejsen om STEM-undervisning er til, for at eleverne kan udvikle kompetencer til at kunne håndtere transdisciplinære problemer. Teorierne, vi har anvendt i teoriafsnittet af Larsen et. al. (2022) og Michelsen (2021) har nogle enslydende grundtanker, om at eleverne blandt andet skal arbejde selvstændigt med problemstillinger og udvikle kompetencer gennem dette arbejde. Der er dog forskellige nuancer og vægtninger i forhold til, hvordan eleverne skal arbejde med STEM. Der er forskellige tanker om, hvordan problemstillingen eleverne skal arbejde med, skal være. I teorien ses det, at Larsen et al. (2022) skriver, at problemstillinger skal være samfundsrelevante, elevcentrerede, autentiske, meningsfulde, relaterbare, motiverende og interesseskabende og omverdensorienterede. Michelsen (2021) har her et lidt andet fokus, idet han mener, at STEM-undervisning skal være for alle og beskæftige sig med problemstillinger, der er aktuelle og berører os som mennesker. Disse to opfattelser kan dog godt komplementere hinanden. I forhold til denne diskussion har en af de deltagende lærere reflekteret over problemstillingens bredde. Hun udtaler i interview 2, at disse samfundsrelevante problemstillinger ikke nødvendigvis behøver at være ”dommedagsprofetier” men, at det blot kunne være arbejdet med en hypotese om, at gærceller er levende, hvor det også er nødvendigt, at eleverne anvender viden og metoder fra flere STEM-discipliner for at undersøge hypotesen. Dette er en vigtig pointe at diskutere – for, hvordan skal en STEM-problemstilling egentlig lyde?! Flere i litteraturen pointerer, at

problemstillingerne skal være samfundsrelevante (STUK, 2020; Zeidler & Nichols, 2009; Bybee, 2013; Michelsen, 2021), men måske er det vigtigere i forhold til lærerens observation, at de er virkelighedsnære og overskuelige. Den samme deltager nævner også i interview 2, at hun ikke gider arbejde mere med plastik i havet, da hun synes, det er for langt væk fra elevernes hverdag og dermed ikke relaterbart for eleverne. Her mener hun, at det hellere skal være problemstillinger, som eleverne selv kan få øje på og som ikke behøver at være så komplekse. To af de andre deltagende lærere har dog netop valgt at afprøve det undervisningsforløb, der er i Google Drev-mappen om plast i havet. De udtaler i interview 2, at de har haft succes med denne type undervisning, med meget interesserede elever. Derfor kan det diskuteres, om det for nogle elever og undervisere er tilfredsstillende at arbejde med de nære og mindre komplekse problemstillinger, hvor eleverne kan finde en reel løsning, mens det i andre klasser bedre kan håndteres at arbejde med de komplekse problemstillinger, hvor de nærmere kommer med bud eller dele af bud på en løsning, i stedet for en egentlig løsning.

Både teorierne og deltagerne i netværket er altså enslydende med hensyn til, at STEM-undervisningen skal have en elevcentret tilgang, hvor eleverne skal arbejde med en relaterbar problemstilling, der er bare ikke enighed om, hvad der for eleverne er relaterbart. Derudover er der flere i litteraturen, der lægger vægt på, at problemstillingerne skal være åbne, så eleverne har frihedsgrader til selv at definere og udforme deres egne problemstillinger, som netop findes interessant for lige netop dem som individ (Larsen et al. 2022; Michelsen 2021). En af de deltagende lærere påpeger også, at hvis emnet er relaterbart for eleverne, så er der en større sandsynlighed for, at eleverne selv kan få øje på og udforme problemstillingerne. Dette kan dog medføre, at undervisningen stikker i mange forskellige retninger, hvilket kan være en udfordring for læreren. Dermed kan læreren altså risikere at blive usikker på, om dennes kvalifikationer er tilstrækkelige til at kunne hjælpe eleverne i deres proces med finde løsningsforslag. Netop denne problematik har vi både set beskrevet i teorien (Lesseig et al., 2016; Margot & Kettler, 2019), men i første interviewrunde bliver det også nævnt af nogle af deltagerne.

Det kan også tænkes, at læreren bliver usikker på om de faglige mål bliver indtænkt på tilfredsstillende vis i elevernes arbejde, da det er sandsynligt, at de forskellige problemstillinger rammer forskellige læringsmål. Herudover skal lærere også være opmærksomme på, hvor meget hjælp der skal gives til eleverne. Det påpeges gentagne gange, at eleverne skal lave egne undersøgelser og eksperimenter, så her må læreren overveje både

frihedsgrader, målopfyldelser, sikkerhedsforanstaltninger og flere andre relevante forhold. Dette må gøres, da eleverne på denne måde får mulighed for at lære at afprøve egne undersøgelser, men samtidig er tilpas stilladserede i processen. Det kan dog siges, at uanset fokus og åbenheden i problemstillingerne, så vil eleverne formodentlig opøve kompetencer, som er lignende de kompetencer, som eleverne prøves i, i den fællesfaglige naturfagsprøve: *undersøgelseskompetencen, modelleringskompetencen, kommunikationskompetencen og perspektiveringskompetencen* (Børne- og undervisningsministeriet, 2022). Dernæst giver det eleverne værdifulde erfaringer at arbejde med problemstillinger, hvilket kan komme dem til gavn både nu og senere i livet. Disse erfaringer kan dog ifølge Michelsen (2021) ikke stå alene og bliver først værdifulde, når de bliver perspektiveret til en meningsfuld kontekst. Det at STEM-undervisning opfattes som værende problemløsningsorienteret, har vi set både fra flere teoretikere (STUK, 2020; Michelsen, 2021), samt flere af de deltagende lærere, der også giver udtryk for, at problemløsningsorientering er et fokus for deres forståelse af STEM.

Vi kan ud fra analysen også se, at deltagerne udtrykker forskellige forståelser af STEM-tilgange. Men vi kan dog se, at den præsenterede teori og lærernes udsagn i stor stil er enige om at STEM-undervisning indeholder åbne opgaver, samt er kendetegnet ved at være fællesfaglig/tværfaglig, undersøgende/eksperimenterende, motiverende og elevcentreret.

Der er forskellige tilgange ud fra de forskellige monofaglige discipliner, som skal sammenkobles i STEM-undervisningen uanset, hvilken tilgang man vælger at have som udgangspunkt. Vi kan se, at STEM især lægger sig op ad en naturfaglig undersøgende tilgang så som IBSE, hvorimod at der inden for matematikken er tradition for en tilgang, der er mere opgaveløsningsorienteret. Her der en tradition for at arbejde med færdigudviklede opgaver, hvor selve udregningsprocessen er i fokus – dette har der dog været flere indsatser, der har forsøgt at afhjælpe (Meilvang, 2020; KiDM, 2020). Der er en ubalance mellem det træningsorienterede/formidlende og den undersøgende tilgang, hvor der var en overvægt i førstnævnte (KiDM, 2020). Derfor kan det diskuteres, om det kan være svært for matematiklærere at tilegne sig en mere undersøgende STEM-tilgang, til deres undervisning. Foruden undervisningstilgangenes forskelligheder i matematik og naturfag, kan der også være en barriere for matematiklærere, idet deres faglige viden ikke nødvendigvis omfavner det naturvidenskabelige. Her vil der i mange tilfælde være meget større overlap i vidensområderne inden for de forskellige naturvidenskabelige discipliner.

I analysen så vi, at alle vores deltagere har minimum et naturfag og flere har også matematik, derimod er der ingen af de respondenter, der er matematiklærere og som ikke har et naturfag, der har meldt sig som deltagere i netværket. I spørgeskema 1 så vi også flere respondenter, der udtrykte en bekymring for, hvordan matematikken kan indtænkes i STEM, uden at det udelukkende bliver et værktøj. Dette er interessant, for hvis oplevelsen er, at det er for besværligt, kan det medføre, at lærere helt afholder sig fra at prøve, så er det vigtigt, at vi får italesat, at der ikke kun findes én korrekt måde at bedrive STEM-undervisning på. Tilgangen til at praktisere STEM-undervisning kan netop have forskellige fokus på indhold, metoder og mål og dette kan have en betydning for, hvilke tilgange de enkelte discipliner har. Ud fra vores oplevelse i dette projekt, er de fleste af deltagerne gået til STEM-undervisningen med et naturvidenskabeligt fokus. Dette kan være, fordi det falder dem mest naturligt, men her er det også vigtigt at få påpeget, at der kan være behov for flere eksempler på STEM, der ikke tager udgangspunkt i naturfagene, men netop en af de andre tre discipliner.

I og med det er så diffust med, hvilken tilgang der egentlig kendetegner STEM, så giver det heldigvis plads til fortolkninger for de udøvende lærere, hvilket betyder, at hvis der i et undervisningsforløb ikke var lige stort fokus på alle STEM-disciplinerne, så kan det stadig anses som værende STEM-undervisning. Lærerne kan på denne måde med afsæt i egne forudsætninger udforme og afprøve STEM-undervisning.

Implementering af STEM

I det forrige afsnit har vi diskuteret, hvilke tilgange man kan have til STEM-undervisning og hvad der kan være relevant at overveje i forhold til ens tilgang. I dette afsnit vil vi diskutere, hvilken betydning de forskellige muligheder og betydninger har haft for vores deltagende lærere i deres implementeringsproces samt diskutere, hvordan det kan forsøges at have endnu mere fokus på at undgå for mange udfordringer.

STEM er en ny tilgang og dermed kan der opstå nogle udfordringer, disse er beskrevet i teorien. Der skrev vi, at Margot & Kettler (2019) fandt frem til, at mange lærere støder på udfordringer med det nye pensum. I vores projekt har de deltagende lærerne ikke haft et nyt pensum, de skulle implementere fra starten. Deltagerne har derimod højst skulle afprøve enten et undervisningsforløb, der var planlagt eller forløb de selv planlagde. Derfor har der været mindre, som deltagerne har skullet sætte sig ind i, end ved et nyt pensum. En af deltagerne har i spørgeskema 2 også skrevet, at STEM er blevet afmystificeret og lettere

tilgængeligt. Derfor kan det diskuteres, om det er mere hensigtsmæssigt at indføre STEM, i den allerede eksisterende praksis fremfor at ændre hele pensum. Det virker umiddelbart til, at det gør det mere overskueligt for lærere, at de selv kan bestemme balancen mellem STEM-undervisning og den naturfags- og matematik undervisning, de selv praktiserer. Dette stemmer også overens med den didaktiske ramme Larsen et al. (2022) har udviklet til STEM-undervisning, hvor Larsen et al. (2022) påpeger, at STEM-undervisningen skal understøtte den eksisterende læring og undervisning.

I Margot og Kettlers (2019) litteraturstudie er en anden udfordring, manglede tid til planlægning og udførsel. Dette har flere af deltagerne, som beskrevet i analysen også oplevet, eksempelvis er der en deltager der skriver:

” Stem forløb kan hurtigt blive for omfattende og være tidskrævende. Jeg har gode erfaringer med små 90minutters konkurrenceforløb. For eksempel at opfinde en beholder til transport af æg med fire meter frit fald: letteste konstruktion og længste faldetid vinder. Generelt er børnene motiverede i STEM aktiviteter hvor de gætter, afprøver, forklarer, forbedrer” (Deltager i spørgeskema 2)

Ud fra det kan det diskuteres, hvorvidt STEM skal implementeres som små aktiviteter eller som forløb. Den lærer der har udtalt dette, har jo uden tvivl gjort sig nogle erfaringer, om at det er for tidskrævende. En grund til det kan være for tidskrævende, er at lærere skal leve op til Fælles mål og derfor ikke kan bruge for meget tid på ét område. Men i forhold til Larsen et als (2022) didaktiske ramme, er det ikke nok kun med små aktiviteter, for her er der et ønske om, at eleverne skal arbejde med problemstillinger, der har en vis kompleksitet. Hvis en problemstilling har dette, vil 90 minutter formentlig ikke være tid nok for eleverne til, at de selv kan lave deres egne undersøgelser og eksperimenter for at finde løsninger på problemstillingen. Vi mener, at STEM-undervisningen kan være en kombination af små motiverende aktiviteter, som læreren beskriver og længere forløb, hvor eleverne arbejder selvstændigt med komplekse problemstillinger. Dette gør vi fordi, at STEM ikke altid behøver være så tidskrævende i undervisningen.

Andre udfordringer der er nævnt i teorien, er bl.a. lærernes manglende faglige viden og elevforudsætninger (Margot & Kettler, 2019). Der er en af deltagerne, der i andet spørgeskema skriver om eleverne:

”Det var nervepirrende at ”slippe tøjlerne”, men jeg oplevede, at eleverne blev motiverede for arbejdet med øvelsen, da bolden blev kastet lidt over til dem.

De gav dog også udtryk for, at de følte sig lidt på gyngende grund og usikre på hvordan de skulle komme i mål med opgaven. Alle grupper nåede i mål med et løsningsforslag, og vi kunne evaluere i fællesskab på deres erfaringer.”

(Deltager i spørgeskema 2)

Dermed kan det siges, at eleverne måske ikke helt har haft forudsætningerne for at arbejde mere selvstændigt undersøgende. Eleverne har dog stadig været motiverede og de er også kommet i mål med opgaven. Derfor kan det tyde på, at selvom eleverne ikke har forudsætningerne og kan være på gyngende grund, så kan de godt komme igennem opgaven med arbejdsprocessen og få løst opgaven. Derfor er det måske ikke så vigtigt, at eleverne har forudsætningerne på forhånd, men mere vigtigt at læreren, som facilitator kan vejlede og guide eleverne, således de får udviklet, de kompetencer de har brug for. Så en måde at komme denne udfordring til livs med manglende forudsætninger, er formodentlig at træne elevernes forudsætning. Dette kan læreren gøre gennem en facilitatorrolle, hvor lærerens fokus er at stilladsere eleverne, altså guide dem i den rigtig retning. Dette kan gøres ved, at læreren stiller eleverne spørgsmål, således at eleverne selv kan reflektere over, hvordan de kommer videre. Dette stille dog også krav til læreren, hvis læreren ikke er vant til at træde ind i denne rolle. Derfor kan det diskuteres, om det vil gøre opgaven med implementering, mere uoverskuelig for læreren, hvis læreren også skal lære at varetage denne rolle. Den anden udfordring vi nævnte her, var lærerens manglende faglige viden. Dette er der flere muligheder for at løse, hvor en mulighed kunne være efteruddannelse af læreren, hvor de får udbygget deres faglige viden. En anden løsning kunne være tid til mere samarbejde, så lærerne kan planlægge deres undervisning sammen og skiftes til at have eleverne i processen, dette vil dog kræve, at ledelsen sætter tid af til lærerne til dette. En tredje løsning kunne også være mere forberedelsestid til lærerne, således de har mere tid til at sætte sig ind i ny teori i deres forberedelse. Det kan diskuteres, hvilken løsning der er bedst og om der findes en løsning, der er bedst for alle lærere. Vi antager, at det er individuelt, hvilken løsning der vil være bedst for den enkelte lærer, men at det kræver noget opbakning fra ledelsen, da alle tre løsninger er tidskrævende.

Ejiwale (2013) og Lesseig et al. (2016) beskriver, som tidligere skrevet, at manglende materialer til undervisningen, kan være udfordring i implementering af STEM-undervisningen. Denne udfordring har vi i dette projekt forsøgt imødekommet, ved at udvikle en STEM-database. Her kan vi så diskutere, hvorvidt den har virket i

implementeringsprocessen. For nogle lærere har den virket og de har anvendt forløb derfra i deres undervisning. En lærer har i Facebook skrevet omkring forløbene i drev mappen:

”Jeg synes der ligger mange fine ting i mappen. Dog er det forberedelsestungt. Jeg har som lærer max 15 min. til at planlægge 60 min. undervisning...og der er hvis jeg er heldig at der ikke er elever der har brug for noget ekstra...Det betyder at mine uv. forløb ofte gennemtænkes på gåture, i badet eller lign. Og så skal det der skal bruges med klassen forberedes på 15 min...” (Deltager, skrevet i Facebook gruppen)

Desværre har læreren ikke uddybet, hvorfor hun synes de er forberedelsestunge, men det viser en vigtig pointe, om at det er vigtigt at forløbene er lette at anvende. Til det har vi i teoriedelen, også skrevet at Margot & Kettler (2019) har pointeret, at STEM materialer af høj kvalitet forøger succesraten for implementering af STEM. Men hvad er så materialer af høj kvalitet? For nogle lærere giver materialerne i mappen god mening og de kan anvende dem næsten direkte. For andre lærere kræver det, at de redidaktiserer forløbene, altså tilpasser dem, for at kunne anvende dem i deres egen undervisning. Det er klart, at forløb må tilpasses til den enkelte klasse, da der kan være stor forskel på elevernes faglige niveau såvel som deres erfaringer med at arbejde STEM-orienteret. Det kan derfor være svært at udvikle forløb, som kan tages direkte ind i enhver undervisning uden nogen form for redidaktisering. Vi mener dog, at det er den enkelte lærers opgave, at tilpasse forløbene på en måde, så de bedst kan integreres i deres undervisning. Når lærerne i vores projekt giver udtryk for, at de oplever et behov for, at forløbene redidaktiseres, så ser vi flere mulige barrierer for, hvorfor lærerne ikke selv får dem tilpasset i nogle tilfælde. Her nævner lærerne selv, at det er svært at finde tid til det, og at de hurtigt falder i den daglige rutine. Vi vil dog gøre opmærksom på, at der er enkelte deltagere, som har redidaktiseret og afprøvet nogle af STEM-forløbene.

Det kan diskuteres, hvilken betydning en eventuel redidaktisering har for undervisningsmaterialernes kvalitet, for i princippet er der ikke nogen klasser der er ens og undervisningsforløb vil derfor i en eller anden grad kræve en tilpasning til klassen. Der er ikke nogle af deltagerne i interview 2 og spørgeskema 2, der har nævnt at manglende undervisningsmaterialer har været en begrundelse for, at de ikke har implementeret STEM-undervisning. Derimod er der mange, der har nævnt, at det ikke passede ind i årsplanen og til det er der flere, der har nævnt, at de vil anvende STEM-databasen til næste års planlægning. Ud fra det kan det tyde på, at for flere af deltagerne i projektet, har STEM-databasen hjulpet dem i deres implementering.

Online læringsnetværk

Vi har i analysen sat spørgsmålstegn ved, hvorvidt vi kan kategorisere vores online netværk som et professionelt læringsnetværk. Først præsenterer vi nogle argumenter, som taler imod at det kategoriseres som et professionelt læringsnetværk samt en række argumenter, for at det kan kategoriseres som et, inden vi til sidst diskuterer, hvorfor vi mener, at det kan kategoriseres som værende et professionelt læringsnetværk.

Trust (2012) understreger at for, at der kan være tale om et professionelt læringsnetværk, skal der være forbindelser mellem deltagerne i netværket, der som resultat understøtter, at der forekommer en uformel læring. Det vi har gjort, for at understøtte denne forbindelse mellem deltagerne, er blandt andet gennem oprettelsen af netværket i form af en Facebookgruppe, hvor vi også har afholdt webinarer, hvor det var intentionen at give deltagerne mulighed for at erfaringsudveksle. Størstedelen af de deltagende lærere i netværket, har givet udtryk for, at de anser Facebookgruppen som en god platform i forhold til at inspirere og lade sig blive inspireret af hinanden. Vi har adspurgt deltagerne i netværket i spørgeskema 2, om hvad de havde af tanker omkring brugbarheden af Facebookgruppen, hvortil de svarer:

”Facebookgruppen er brugbar i forhold til erfaringsudveksling.”, ”God side med mulighed for sparring og spændende perspektiver.”, ”Den har været brugbar til inspiration.” og ”Har været tilgængelig med de nødvendige oplysninger.”. Ifølge Wenger et al. (2011) definition vil der her være tale om et læringsnetværk, da faglig sparring og inspiration blandt ligesindede er tilgængeligt. Vi ser desværre også, at i udsagnene i spørgeskema 2 på trods af at deltagerne oplever netværket som en ideel sparringsplatform, at flere oplever, at de ikke har været en aktiv del af den: *”Jeg synes det er en rigtig god idé med gruppen, og jeg håber den kan køre videre og jeg selv får tiden til at blive en lidt mere aktiv del af den.” og ”Jeg synes den er brugbar. Jeg har bare haft så meget andet at se til, så jeg har ikke fået kigget så meget i den.”.* Dermed kan der i henhold til Trusts (2012) definition af et professionelt læringsnetværk argumenteres imod, at der har været en tilstrækkelig forbindelse mellem deltagerne, som har ført til en uformel læring, hvorfor netværket ikke kan kategoriseres som et professionelt læringsnetværk.

Trust et al. (2016) argumenterer dog også for, at der kan være forskellige deltagelsesgrader i et sådan professionelt læringsnetværk, som strækker fra den passivt observerende til den aktivt deltagende. Selvom nogle af deltagerne ikke føler de har anvendt gruppen tilstrækkeligt, giver de fleste udtryk for, at de har læst størstedelen af de opslåede

inspirationsmaterialer i netværket, hvilket stemmer overens med vores observationer. Vi har dermed oplevet en forskellighed i deltagergraden, hvor nogle af de deltagende lærere har haft en mere passiv observerende rolle, mens der hos andre er observeret en mere forsigtig aktiv deltagelse. Der skal dog også ifølge Trust et al. (2016) være tale om form for læring hos netværkets deltagere, førend der kan være tale om et professionelt læringsnetværk, hvorfor det giver mening at se på lærernes udbytte af deres deltagelse. Vi har i analysen præsenteret, at der hos nogle af de deltagende lærere, på baggrund af deres deltagelse, er oplevet en holdningsændring, mens andre har oplevet en praksisændring. Begge disse ændringer kan anses som værende skridt mod en professionel udvikling (Clarke & Hollingsworth 2002; Krogh, 2016), hvorfor der kan argumenteres for, at der på baggrund af netværket ses en begyndende læring hos nogle af deltagerne. Denne læring, mener vi, kan anses som værende en del af det at udvikle sig professionelt, da læring kan opstå gennem aktiviteter, som Krogh (2016) påpeger, medvirker til udvikling af den enkelte lærers færdigheder, viden og ekspertise. Ud fra disse argumenter mener vi, at der kan være tale om et professionelt læringsnetværk, da vi også tidligere i denne opgave har defineret vores forståelse af rammerne for et professionelt læringsnetværk som værende *et løst konstrueret system om en fælles interesse for et tema, hvor deltagerne let kan få nye input, søge sparring og give erfaringer videre*. Vi anerkender, at vi her ikke har taget højde for, om der skal være sket en læring hos den enkelte deltager, men anfægter også spørgsmålet om, hvorvidt der for samtlige deltagere i et netværk skal være sket en læring, førend det kan kaldes et professionelt læringsnetværk.

Roller i onlinenetværket

Vores rolle i netværket har været som moderatører, da dette ifølge Macià & García (2016) skulle være en vigtig del i at få et netværk op at køre. Som det også ses i vores undersøgelsesdesign, var planen her, at vores aktivitet langsomt skulle udfases i takt med at deltagerne aktivitet voksede. Der har dog ikke været nogen nævneværdig aktivitet at moderere fra deltagerne side, man kan derimod nærmere se vores rolle, som værende de primære inspirationskilder gennem hele projektet. Deltagerne roller har dermed ikke været som først forventet, men det ses dog i vores analyse, at deltagerne intentioner har været at være aktive deltagere, hvilket en deltager udtrykker i interview 2: *”Så intentionerne er der, men det er sgu svært nogle gange at få til at hænge sammen”* (deltager i interview 2). I vores analyse ses det dog også, at deltagerne i høj grad ser netværket som en inspirationskilde,

hvorfor vi også har sat spørgsmålstegn ved, hvorvidt lærernes motivation for projektet har været at få adgang til nyt undervisningsmateriale, mere end deres fokus har været på at engagere sig aktivt i netværket.

Vi har tidligere nævnt at deltagerne i projektet mestendels kan kategoriseres som værende passive og tilbageholdende, hvilket er roller, som både Macià & García (2016) og Trust et al. (2016) pointerer forefindes i de online læringsnetværk. I starten af et netværks opbygning, ses ofte en større andel af de anonyme perifere deltagere, hvor der med tiden vil ses flere aktive deltagende. Vi var dermed på forhånd bevidste om, at det ville være forventeligt med anonyme og passive deltagere i netværket til at starte med. Vi lænede os op ad teorien og kom med indspark til debat, så vi på den måde eksempelvis kunne igangsætte en erfaringsudveksling blandt deltagerne. Men som påpeget tidligere forblev lang de fleste deltagere som anonyme perifere deltagere. Enkelte opslag havde dog den ønskede effekt, og der kom en dialog, men dog oftest mellem os som moderatorer og en enkelt deltager. Her kunne det tyde på, at nogle deltagere forlod rollen som anonym perifer, til aktiv deltagende – omend ofte af kortere varighed. Vi så også med de oprettede meningsmålinger i Facebook, at lidt flere deltagere tog stilling og afkrydsede svarmuligheder – hvilket igen kan ses, som at træde ud af rollen som anonym perifer. At deltagerne ofte forblev i rollen som anonym perifer kan skyldes, at de som nævnt tidligere havde et fokus på at få inspiration. Dette fokus kan skyldes, at de på nuværende tidspunkt ikke føler sig fagligt nok klædt på, og dermed deltager for at udvikle på egen professionelle udvikling gennem eksterne input, som netop Clarke & Hollingsworth (2002) pointerer. Vi kan her også inddrage det faktum, at der ikke var deltagere til stede ved webinarerne, hvor intentionen var et oplæg med efterfølgende erfaringsudveksling. Flere deltagere har derimod set videoerne efterfølgende, med for os en ukendt opmærksomhed. Dette kan muligvis forklares med praktiske årsager, men måske kan det netop bunde i den faglige usikkerhed, som der ikke ønskes udstillet, og hvis intentionen med deltagelse i det online netværk blot er at få inspiration, så er de lettilgængelige videoer egnede til dette, når der findes tid til at se dem.

Vi er tidligere blevet opmærksomme på, at der er flere deltagere, der er usikre på, om de nu har forstået STEM ”godt nok”, og der er også en udtalt tilbageholdenhed for at dele materialer med andre i dette netværk. Et netværk er ofte kendetegnet ved, at ligesindede har samme interesse for et emne, og interagerer med hinanden med sparring og refleksioner (Macià & García, 2016). Det kunne tyde på, at vores deltageres usikkerhed har haft en indflydelse på, om de nu oplevede, at de var blandt ligesindede, og derfor har afholdt sig fra

at dele ud af egne erfaringer. Vi må her erkende, at vi måske uforvarende i vores iver for at moderere Facebook, har fået sat barren for højt, så de deltagende lærere ikke har følt sig som ligesindede. Dette er sandsynligvis også præget af de pragmatiske rammer vi i projektet er underlagt, så som tid. Vi har med stor ihærdighed, forsøgt at få deltagerne til at være meget aktive fra start af, ved gentagne gange at lave opslag på Facebook, men måske ville lidt mere tilbageholdenhed og tid, have haft gavnlige effekt på deltagernes oplevelse af tilstrækkelig tryghed til at dele ud af egne erfaringer og refleksioner.

Rekruttering til netværket

Tidligere har vi diskuteret implementeringen af STEM-undervisning og her var en af udfordringerne tid til planlægningen. Derfor kan det diskuteres, om vi har valgt den rigtige strategi til at rekruttere deltagere til netværket. I vores rekruttering har vi haft fokus på det som Macià & García (2016) kendetegner som et læringsnetværk, hvor deltagelse skal være lystbetonet og hvor deltagerne måske tilfældigt finder en interesse for netværket. Det er den tilgang, vi har haft, da vi blandt andet har søgt deltagerne på Facebook. Det har også tydeligt vist sig i det første interview, at deltagerne eksempelvis har meldt sig for egen vinding skyld, for at udvikle sig professionelt og lave en undervisning med større elevengagement. En anden tilgang vi kunne have valgt til rekruttering, som strider mod Macià & Garcías (2016) tilgang, er, at vi kunne have kontaktet skoleledere, for om de i deres lærerstab havde egnede kandidater, der kunne deltage i netværket, for på den måde at kunne implementere STEM-undervisning på skolen. Dette havde været en metode, hvor lærernes engagement i projektet kunne have været mere blandet alt efter, om det var noget ledelsen, besluttede eller om ledelsen tilbød sine medarbejdere muligheden for at deltage. Dette kunne måske have afhjulpet nogle af deltagernes frustrationer, der var blandt andet en respondent der i spørgeskema 1 har udtrykt, at der ikke prioriteres tid til nye tiltag fra ledelsen. Her kunne vi forestille os, at hvis ledelsen kunne se en mening med, at lærerne deltog, ville det også være lettere for lærerne at få noget tid til implementering. Hvilken rekrutteringsmetode, der her ville give de bedste rammer, kan vi ikke helt svare på, da der er fordele og ulemper ved begge måder. For at danne os et større overblik over denne problematik, vil vi herunder præsentere hhv. bottom-up og top-down, samt diskutere, hvornår de hver især er mest anvendelige tilgange.

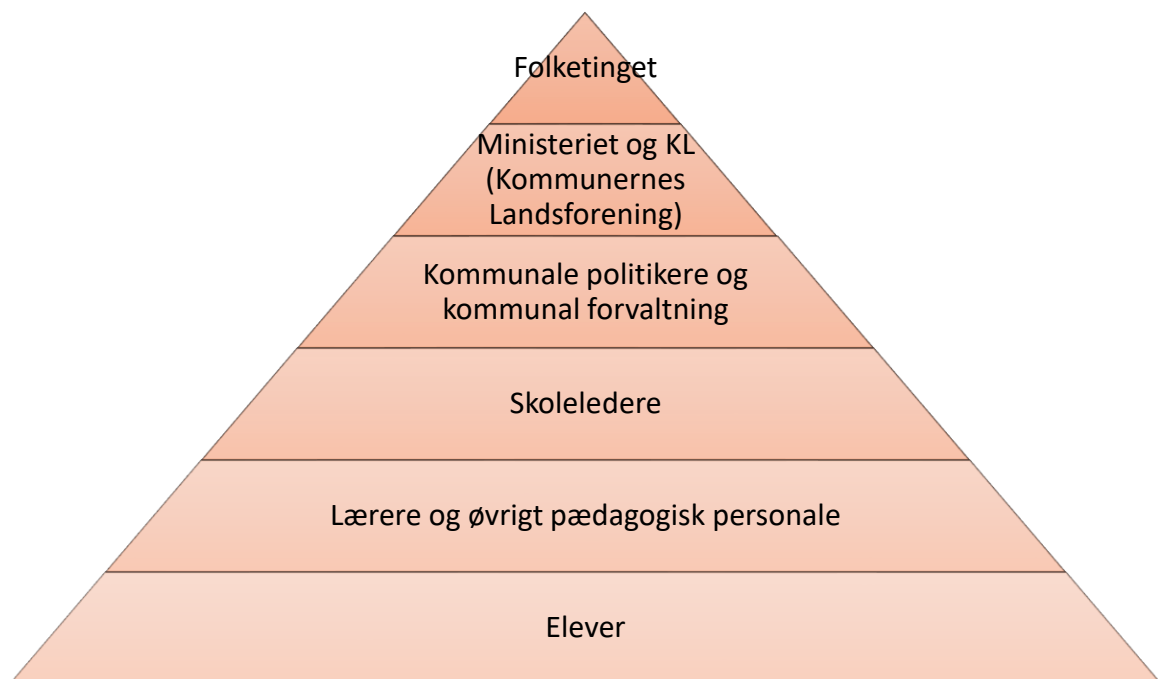
Bottom-up vs. top-down

I de seneste årtier har Danmark haft en massiv politisk interesse i at styrke det danske velfærdssamfund blandt andet gennem kvalitetsudvikling og -sikring på skoleområdet og de dertilhørende uddannelser (Albers et al., 2015). Der har i en årrække været ført en intensiv reformpolitik fra Folketingets side, hvilket blandt andet kan ses med indførslen af de fællesfaglige fokusområder samt den fællesfaglige prøve i naturfagsundervisning (Børne- og undervisningsministeriet, 2022). Dette har været en indføring, der er foranlediget fra politisk side, altså det der kaldes en top-down implementering. I forhold til naturfagsprøven har en af deltagerne i interview 2 nævnt, at hun synes, at hendes elever er berøringsangste i forhold til den undersøgende tilgang, de skal have til prøven. Samtidig har hun udtrykt en glæde overfor STEM-undervisning, da hun mener, at eleverne derigennem kan blive bedre rustet. Derfor kan det diskuteres, om naturfagsprøven er blevet indført top-down uden at tage højde for at udvikle lærerne professionelt og sikre, at de har metoderne til at ruste eleverne til prøven.

Derudover kan naturvidenskabsstrategien nævnes, som vi har beskrevet tidligere i denne opgave. Et led i denne naturvidenskabsstrategi er kvalitetsudviklingen af uddannelserne for grundskolelærere, som skal sikre fagligt og didaktisk dygtigere lærere i naturvidenskab. Samtidig sætter strategien ind på lokal prioritering af faglige netværk og samarbejde, med det formål at sikre kvalitetsudvikling af undervisning i grundskolen. Ofte foregår arbejdet med at implementere de mange reformer på lokalt plan i kommunerne (Albers et al., 2015). Dette er også tilfældet for en del af denne naturvidenskabsstrategi, hvilket fremgår af følgende:

”Kommuner, skoler og ungdomsuddannelsesinstitutioner er ansvarlige for, at undervisningen i grundskole og ungdomsuddannelser har en høj faglig kvalitet, og at der er en god overgang mellem grundskole og ungdomsuddannelser.” (Undervisningsministeriet, 2018). Regeringen opfordrer også til, at en del af naturvidenskabsstrategien indeholder en række lokale initiativer, såsom kommunale naturfagskoordinatorer i alle kommuner, at alle skoler har en naturfagsvejleder, samt at kommunerne drøfter, hvordan denne nationale strategi kan understøttes kommunalt (Undervisningsministeriet, 2018). I denne tilgang til den nationale naturfagsstrategi sikres der altså en understøttelse i flere led, da lærerne her vil have naturfagsvejledere lokalt på skolen, samt en naturfagskoordinator på kommunalt plan, de kan støttes af.

Det er således de enkelte kommuner, der er pålagt ansvaret for at sikre en høj faglig kvalitet i grundskole samt ungdomsuddannelser, og det fremgår heraf, at regeringen opfordrer til en række lokale initiativer. Der er her tale om et top-down-perspektiv, hvor implementering af politiske reformer, om ønsket praksisændring siver ned igennem et hierarkisk system. Fra et sådant perspektiv vil en implementering, ses som vellykket, hvis den i sidste ende udmønter sig i en ønsket ændring af det praksisfelt, der i første omgang var for øje (Albers et al., 2015). Et sådan hierarkisk system kunne se ud som på figur 17.



Figur 17: Model over hierarkisk system i et top-down-perspektiv (Albers et al., 2015)

Det er dog ikke altid at reformerne lykkes i fuld udstrækning i praksis. Dette kan skyldes en utilstrækkelighed i forhold til at løfte opgaven, eller at der ikke er et reelt ønske, om at reformen skal lykkes i praksis blandt lærerne. Dette kunne muligvis afhjælpes ved at have en balance mellem en top-down styring og en bottom-up tilgang, hvor lærerne bliver set og hørt i processen. Til trods for at lærere er forpligtet af lovgivningen inden for deres praksisfelt, hersker der ofte en høj grad af autonomi (Albers et al., 2015), hvilket kan påvirke den ønskede praksisændring. Denne autonomi kan bl.a. ses gennem lærernes ”krav” om metodefrihed. Da det i sidste ende er lærerne, som skal foretage den intenderede praksisændring, kan de også betragtes som de egentlige beslutningstagere (Albers et al., 2015). Såfremt de ikke vælger at udføre praksisændringen i en 1:1 skala, vil dette kunne opfattes som en funktionel fejl i implementeringsprocessen.

I dette projekt har vi anvendt et bottom-up perspektiv, da vi har rekrutteret deltagere på baggrund af deres egen lyst og motivation til at deltage. Denne tilgang til et projekt omhandlende STEM-undervisning fandt vi interessant, da hele STEM-tankegangen er et led i den nationale naturfagsstrategi, som i høj grad må siges at være top-down styret. Ofte vil der være et behov for, at der er en vis grad af top-down-styring af nye tiltag, der skal implementeres fx i skolesystemet, da en ren bottom-up-tilgang vil medføre manglende støtte fra ledelsen. Dette er også nævnt tidligere i vores analyse, at der er deltagere, der påpeger at der ikke afsættes tid til nye tiltag som fx STEM i deres hverdag. Ligeledes var det også et fokuspunkt i QUEST-projektet, at der skulle være den rette balance mellem de tiltag, der pålægges lærerne oppefra og det lærerne selv har muligheder og behov for i praksis (Nielsen et al., 2013). Det kan diskuteres, om der nogensinde vil være tale om en ren bottom-up-tilgang, da der i en eller anden grad altid vil forekomme en top-down-styring, så snart der er tale om et projekt, der ikke er initieret af den individuelle lærer. I dette projekt har vi fx sat rammerne for, hvordan netværket skulle se ud og styret hvilke informationer og viden, som STEM-deltagerne blev tilbudt. Vi havde dog, som tidligere nævnt, håbet på at deltagerne selv ville byde ind med, hvad de gerne ville høre mere om eller manglede for, at de følte sig understøttet i deres implementering af STEM i undervisningen. Som Albers et al. (2015) også påpeger, har lærerne i Danmark en høj grad af autonomi, som vi også har ønsket at imødekomme i dette projekt, netop ved at deltagerne selv skulle vurdere, i hvilket omfang de på daværende tidspunkt havde mulighed for at indføre STEM-undervisning.

Professionel udvikling

I dette afsnit vil vi diskutere, hvorvidt deltagerne i dette projekt har udviklet sig professionelt og hvordan det eventuelt er blevet støttet af de tiltag, der er opstillet i forbindelse med dette projekt. Vi er i analysen kommet frem til, at størstedelen af de deltagende lærere i netværket, som minimum har påbegyndt en TPD. Dette kan dog ses som værende modstridende i forhold til teorien om TPD, som påpeger, at en professionel udvikling kun kan finde sted, hvis tilgangen til udvikling af praksis er struktureret (Krogh, 2016). Herunder påpeger Krogh (2016) også, at der skal være opstillet eksplicitte mål, som der arbejdes hen imod. Dette er ikke noget, der er lagt vægt på i dette projekt, hvorfor det kan diskuteres, om der overhovedet er tale om påbegyndende TPD, som vi har analyseret os frem til tidligere. De eksplicitte mål for en TPD, vil kunne tydeliggøre for deltagerne om, hvorvidt de har opnået en professionel udvikling, hvilket ville gøre det lettere at evaluere på den proces, deltagerne har været

igennem. Dog mener vi, at når man ser på de fire domæner, som er en del af TPD, kan der argumenteres for, at de fleste deltagere har givet udtryk for at have udviklet sig i mindst et af domænerne. Vi har som moderatorer i netværket stået for at give deltagerne input i form af inspiration og viden om STEM – dette vil kunne ses som en ændring i deltageres eksterne domæne, såfremt deltagerne tager disse inputs til sig. Et andet domæne der også er observeret en ændring i, er praksisdomænet – det skal dog her understreges, at det kun er efter deltageres egne udsagn, da vi ikke har observeret nogen undervisningspraksis hos vores deltagere, hverken før eller under projektet. Her er der dog flere deltagere, der selv mener, at deres undervisningspraksis er ændret, om ikke andet så under deres afprøvning af STEM-undervisning i projektet. Det kan dog også diskuteres om det reelt er en praksisændring, at deltagerne har afprøvet noget nyt, eller om deres praksis skal have ændret sig mere bestandigt, hvilket kun tiden vil vise. Hvis ikke det er praksisdomænet, der har haft en reel ændring, så kunne deltageres oplevelse af ændring også skyldes en ændring i deres personlige domæne. En ændring i det personlige domæne vil nemlig betyde, at deltagerne har ændret overbevisning, holdninger eller erfaringer (Clarke & Hollingsworth, 2002). Det sidste domæne, der ifølge Clarke & Hollingsworth (2002) skal ændres for, at der er tale om en gennemført TPD, er konsekvensdomænet. Dette domæne er der ingen af deltagerne, der tydeligt har udtalt sig om, er blevet meget påvirket. Konsekvensdomænet er kædet sammen med, hvilken konsekvens en ændring i en eller flere af de andre domæner medfører og oftest forbindes det med elevernes læringsudbytte (Clarke & Hollingsworth, 2002). Det at skulle vurdere, hvorvidt eleverne har opnået et højere læringsudbytte, vil kræve tid og evaluering, hvilket kan være en del af, hvorfor det ikke er noget, deltagerne har lagt stor vægt på. Det skal dog siges, at deltagerne har stor fokus på elevernes reaktioner og læring ved den ændrede tilgang til undervisningen. Her er der som tidligere beskrevet i analysen flest deltagere, der har udtalt sig om, at eleverne bliver udfordret af den nye tilgang, men der er også nogle som ser meget positivt på ændringen, idet deres elever har virket meget engagerede og motiverede for at deltage i STEM-undervisningen. Igen kan dette skyldes mange forskellige faktorer, men her har vi haft fokus på lærernes oplevelser og der er tydelige tegn på, at deltagerne påvirkes til at være positivt stemt omkring STEM-tilgangen, når deres elever har udvist en positiv respons på undervisningen.

I dette projekt har det været en stor fordel, fra vores synspunkt, at lave interviews med deltagerne, da det har været den måde, det har været lettest at få en indsigt i deltageres holdninger og erfaringer. Her har vi også i enkelte tilfælde oplevet, at deltagerne har udtrykt,

at de har følt sig mere sikre på både vores forventninger til deres deltagelse i projektet, men også i høj grad deres forståelse af, hvad STEM-undervisning er, efter endt interview. Dette kunne tyde på, at individuelle samtaler eller samtaler generelt har haft en positiv indflydelse på nogle af deltageres holdninger. Vi havde også håbet på, at disse interviews kunne have påvirket deltagerne til at være mere aktive i netværket, men om dette lykkedes, var der dog ikke tydelige tegn på. De to opslag der blev lavet på Facebook, var af hhv. en interviewdeltager og en deltager, der ikke deltog i interviews, hvorimod den ene aktivitet, der er blevet lagt ind i Google Drev-mappen er efter opfordring i interview 2. Det skal dog her også nævnes, at de deltagere der har været med i netværket, i vores analyse i høj grad er blevet kategoriseret som anonyme perifere deltagere, idet der ikke har været ret meget interaktion fra deres side. Dette kan være en tilfældighed, at de som ønskede, at være med i netværket, generelt ikke er så frembrusende i nye fora.

Hvis vi skulle have fordret en gennemført TPD hos deltagerne, skulle vores fokus have været et lidt andet sted, end det har været i dette projekt. Vi havde ikke som mål, at deltagerne skulle gennemgå en TPD, men da professionel udvikling er en af de nævnte områder, som lærerne føler understøtter deres indsats med at implementere STEM (Margot & Kettler, 2019), har det været meget interessant at undersøge. Hvis der havde været fokus på TPD, kunne der ikke på samme måde have været en lystbetonet tilgang fra vores deltagere, da hele processen netop skulle have været mere styret af konkrete mål. Det ville også have krævet et andet undersøgelsesdesign, da vi skulle have observeret mere direkte på undervisningen, som deltagerne gennemførte, frem for at have fokus på deltageres egne oplevelser.

Et interessant spørgsmål er, hvorvidt en fuld implementering vil føre direkte til en gennemført TPD. Hvis det anses som en bottom-up implementering, hvor læreren selv er med til at tilrettelægge implementeringen, kan det formodes, at læreren har en positiv holdning til det der implementeres. Dermed vil der formentlig ske en holdningsændring hos læreren, som ifølge Clarke & Hollingsworth (2002) er en del af det personlige domæne. Dette er et af de fire domæner der skal ske en ændring i, for at der er sket en TPD. De andre domæner er som tidligere beskrevet i afsnittet *Professionel udvikling af lærere*, det eksterne domæne, praksisdomænet og konsekvensdomænet. Det eksterne domæne vil altid blive ændret i form af en implementering, da en implementering er måden, hvorpå der indføres interventionsviden i praksis, ifølge Lund & Hansen (2018). Altså noget for læreren ny teori, der skal afprøves i praksis. Dermed vil der også ske en ændring i praksisdomænet. I en fuld implementering kører den nye praksis rutinemæssigt og efter hensigten (Albers et al., 2015).

Dermed må det betyde, at eleverne får et positivt udbytte af undervisningen, da det ellers ikke vil være hensigtsmæssigt. Når læreren oplever, at eleverne gennemgår en positiv udvikling, vil der ske en ændring i konsekvensdomænet. Dermed er der altså sket både en TPD og en fuld implementering, da begge processer kræver flere iterationer. Det kan dog diskuteres, om det altid forholder sig sådan. Hvis vi forestiller os at implementeringen sker i en top-down proces, hvor læreren ikke er enig i den interventionsviden, der skal implementeres, er det ikke en garanti, at lærerens holdninger og overbevisninger ændres. Dette vil medføre, at læreren ikke gennemgår en TPD efter Clarke & Hollingsworths (2002) definition. Derfor kan det siges, at i nogle tilfælde vil en fuld implementering altså medføre en TPD hos læreren, men det vil ikke altid være tilfældet.

Undersøgelsesdesignets betydning

Til vores undersøgelse ønskede vi kontakt til lærere, med det fælles udgangspunkt, at de var interesserede i at indtænke STEM i deres undervisning. I vores henvendelser, hvad enten det var i Facebookgrupper, til skoler eller gennem personlige netværk, stilede vi invitationerne til den enkelte lærer og ikke til lærergrupper. Fokus var netop, at det var den enkelte lærers personlige motivation og interesse, der skulle være drivkraften i projektet, hvilket bl.a. ses som de "evigt lærende" (Trust, 2012), hvor den enkelte lærer ønsker at udvikle på egen praksis. Dette kan siges at være en god indgangsvinkel, men på denne vis kan den enkelte lærer mangle støtte og kollegial sparring lokalt på egen skole, hvilket QUEST-projektet, lægger op til i deres rytme for den professionelle udvikling hos læreren og lærerteamet (Iversen, 2021). Vi har med vores design, måtte forlade os på, at deltagerne måtte finde ideer, tid og lyst til at afprøve STEM-undervisning i deres praksis med udgangspunkt i inspiration fra det online netværk. Rekrutteringen af deltagere tog indledningsvist udgangspunkt i, at vi inviterede deltagere gennem diverse Facebook-sider for matematik- og naturfagslærere i grundskolen. Da der ofte er studerende, der henvender sig i disse grupper, for netop at få besvarelser af spørgeskemaer, vil der være en risiko for at medlemmerne af disse grupper er meget selektive i hvor ofte og hvilke spørgeskemaer, de tager sig tid til at besvare. Dette kan være en af grundene til, at vi ikke fik så stor en andel af besvarelser ud fra disse grupper, som ønsket.

Vi har med designet af vores undersøgelse opsat rammer for deltagerne, som kendetegnes ved en gentagende ekstern stimulus, som kan reflekteres over og afprøves hjemme i egen praksis. Dette tilnærmelsesvis for at indtænke en form for systematik, hvilket netop Guskey (2002),

Krogh (2016) og QUEST-projektet (Iversen, 2021), påpeger vigtigheden af, for at kunne understøtte de deltagende læreres professionelle udvikling. Vi har dog kun kunnet sikre, at deltagerne fik stillet inspiration til rådighed, men ikke om de reflekterede over eller endda indtænkte nyt i deres undervisning.

Det at netværket var online baseret, kan som tidligere nævnt have mange fordele, så som, at det er let at finde tid til i en travl hverdag og kommunikationen kan foregå let og på det tidspunkt der passer ind i den daglige rytme, hvilket er vigtigt ifølge Trust (2012). Ulemperne er blandt andet den distance, der er mellem deltagerne og os som forskere og moderatorer, med denne distance er det let for deltagerne at indgå i netværket som anonyme perifere deltagere (Macià & García, 2016). Hvorimod vi kan formode, at hvis vi havde haft flere ansigt-til-ansigt interaktioner, ville det have været sværere at være en passiv deltager. Hvis netværket havde baseret sig på fysiske møder, kunne det muligvis have været oplevet som mere forpligtende, end i den online version af et netværk. Men omvendt ville fysiske møder have krævet mere, eksempelvis tid til transport for alle på tværs af landet samt, at der skulle findes geografisk egnede mødesteder.

Da vi i undersøgelsen ønskede svar på problemformuleringen, anvendte vi som tidligere nævnt spørgeskema, interviews og netnografisk observation. Vi har dog erfaret, at vi i nogle spørgsmål ikke har været forudseende nok. Eksempelvis har vi med gode intentioner udformet både lukkede og åbne spørgsmål i spørgeskemaerne og flere steder givet respondenterne/deltagerne mulighed for at uddybe deres svar. Vi ser her, at hvis der bliver skrevet en uddybning, har den ofte bestået af en enkelt sætning eller måske to, og egentlig ikke været særligt uddybende. Vi oplevede også, at vi sandsynligvis ikke havde udformet vores spørgsmål tydeligt nok, da vi så tegn på, at deltagerne ikke bed mærke i nuanceforskellen mellem kendskabet til STEM, og viden om STEM-undervisning. De åbne spørgsmål har dog også givet os mange gode indsigter, men krævede som nævnt en tematisk analyse af dataene, førend vi kunne udlede specifikke temaer. Vi så i spørgeskema 1 at de fleste ufærdige besvarelser stoppede ved de åbne spørgsmål. Derfor kunne en strategi også være at have haft flere lukkede spørgsmål, men her var udfordringen at formulere spørgsmålene så åbent som muligt. Dette for at svarmulighederne ikke måtte lede respondenterne til at svare noget, der kunne anses som særligt ønskværdigt for undersøgelsen. I interviewene var vi opmærksomme på at følge interviewguiden, men måtte fra tid til anden stille andre relevante og uddybende spørgsmål, for at få lidt bredere indsigt i den interviewedes tanker og erkendelser. På trods af at vi forsøgte at lave interviewene så neutrale

som muligt og med åbne spørgsmål, kan vi ikke afvise, at magtforholdet mellem interviewer og den interviewede havde en påvirkning på den interviewede.

Vores intention med den netnografiske observation var at kunne observere og blandt andet, følge de deltagende læreres refleksioner. Især over indførelse af STEM i deres undervisning ved interaktion med andre ligesindede. Dette afstedkom som sagt ikke mange observationer, hvor vi kunne få et sådant indblik. Havde vi i undersøgelsesdesignet planlagt fysiske møder til refleksion og sparring, kunne vi have lavet etnografiske undersøgelser, hvis der var tilmeldte til disse møder. Dette kunne have givet os en anden og muligvis dybere indsigt i, hvad deltagerne tænkte om projektet, men der vil altid være en risiko for, at der ikke opnås den ønskede indsigt, uanset om det er ved traditionel etnografisk observation eller online netnografisk observation (Addeo et al., 2019).

Konklusion

I denne undersøgelse har vi fundet frem til, hvordan lærere oplever muligheder og udfordringer ved implementering af STEM-undervisning, herunder hvordan et dertil oprettet online læringsnetværk kan understøtte lærere i forhold til at anvende en STEM-tilgang i deres undervisningspraksis, som en del af deres professionelle udvikling.

Da vi i vores undersøgelser har haft et begrænset antal deltagere og dermed et mindre datasæt, kan vi ikke generalisere vores fund til hele populationen af grundskolelærere, som måtte have faglige interesser i STEM-undervisning. Vi kan dog udlede karakteristika og se tendenser ved de deltagende lærere, som også delvist afspejles i teorien, og som i nogle tilfælde ville kunne overføres og indtænkes i andre lignende grupper.

Vi kan konkludere at på trods af, at der ikke er én definition eller én korrekt måde at bedrive STEM-undervisning på, så kredser både de anvendte teoretikere og vores respondenter og deltagere omkring de samme forståelser af, hvad STEM-undervisning er. Noget tyder på, at de som udtrykker en forståelse af, hvad STEM-undervisning indebærer, stadig tvivler på deres egen kunnen. Mere end hver fjerde respondent i vores undersøgelse, tilkendegav at de ikke havde kendskab til STEM på daværende tidspunkt. Vi vurderer på den baggrund, at STEM endnu ikke er udbredt blandt vores deltagere. Om dette er repræsentativt for alle grundskolelærere med faglige interesser i STEM, kan vi ikke vide med sikkerhed, da dette vil kræve en større undersøgelse.

Lærerne ser flere muligheder med STEM-undervisning og peger på, at det er motiverende og engagerende for eleverne, og samtidig udvikles elevernes kompetencer gennem arbejdet med relevante problemstillinger. Denne oplevelse stemmer overens med teoriens bud på elevernes udbytte af STEM-undervisning. Derfor ser deltagerne stort potentiale i at implementere STEM i egen praksis. Alligevel er det ikke alle de deltagende lærere, som er påbegyndt en implementeringsproces, hvilket til dels skyldes, at de stødte på en række udfordringer. Her udtrykker de mangeartede udfordringer, ved at undervise og implementere STEM i deres undervisningspraksis på deres respektive grundskoler. En udfordring som ofte nævnes, er manglen på tid til planlægning. Her menes både tid til egen planlægning, men også planlægningstid med kolleger, hvis den enkelte deltager eksempelvis, mangler nogle af de fornødne kompetencer som et STEM-undervisningsforløb måtte indeholde. Derudover nævnes også, at selve det at undervise i STEM tager tid, og de længerevarende STEM-undervisningsforløb, kan være svære at implementere i den sædvanlige skemastruktur, med eksempelvis naturfagstimer, spredt ud over ugen, hvilket kan medføre følelsen af at STEM-undervisning fylder forholdsvis meget i årsplanlægningen.

Vi kan udlede, at ikke alle kollegaer ønsker at indgå i samarbejder om STEM-undervisning. Årsagerne hertil kan være mange, men det kunne tyde på, at kollegaer kan føle sig afskrækket fra at kaste sig ud i STEM-forløb, hvor egne kompetencer bliver udfordret. Dette har vi dog ikke undersøgt nærmere, men vi kan konkludere, at et godt samarbejde med kollegaer om STEM-undervisning er noget, der lægges vægt på. Da vi har haft fokus på den enkelte lærers interesse og lyst til at implementere STEM, kan vi ikke sige, om der er kollegaer med samme interesse – eller for den sags skyld, opbakning fra ledelsen til at afprøve nye tiltag. Vi kan dog sige, at på baggrund af vores undersøgelse, både i litteraturen og ud fra projektet, at ledelsesopbakning vægtes højt, og har afgørende betydning for implementering af nye tiltag – i dette tilfælde STEM-undervisning.

Med STEM-undervisning, ses lærerens rolle skifte fra den traditionelle lærerstyrede mod en mere faciliterende rolle, da eleverne i højere grad er mere selvbestemmende og undervisningen netop er elevcentreret. Dette udtrykkes, som en bekymring blandt deltagerne i projektet, hvor de føler at denne nye rolle er uoverskuelig i forhold til at kunne håndtere elevernes arbejde i en STEM-undervisning. Vi kan konkludere, at lærerne er bevidste om, at der kræves en ændret rolle som lærere i STEM-undervisningen, men at de er usikre og bekymrede for, hvordan dette håndteres.

På baggrund af vores undersøgelse, kan vi konkludere at vores respondenter og deltagere, i overvejende grad udtrykker lignende muligheder og udfordringer, som i de præsenterede udenlandske studier på området. For at imødekomme nogle af disse udfordringer, designede vi et online læringsnetværk bestående af en database i Google Drev og en dertilhørende Facebook gruppe. Flere af deltagerne har givet udtryk for, at de fandt inspiration i netværket. Ifølge en række litteraturstudier oplever flere lærere, at manglende undervisningsmateriale og et svært pensum er en udfordring i forbindelse med implementering af STEM. Dette erfarede vi ikke i projektet, hvilket kan skyldes netværkets understøttelse af de deltagende læreres implementering, hvor vi netop har tilbudt undervisningsmaterialer. Vi kan også her se, samstemmende med teorien, at respondenterne både vil lave egne forløb, men også vil anvende forproducerede materialer til deres undervisning, uanset om de vælger at anvende dem direkte eller tilpasser dem til egen praksis.

Vi vurderer at et online læringsnetværk har potentiale til at understøtte lærernes implementering af STEM-undervisning i deres praksis, samt at netværket har en betydning for lærernes professionelle udvikling. Vi erfarede dog også, at de deltagende lærere ikke anvendte netværkets fulde potentiale, og dermed ikke nødvendigvis har fået det optimale udbytte heraf. Flere af de deltagende lærere oplever selv, at de som resultat af deltagelse i projektet har oplevet en påvirkning af deres professionelle udvikling. I vores analyse af de deltagende læreres professionelle udvikling er vi nået frem til, at de har påbegyndt en TPD. Med hensyn til at indtænke STEM i egen praksis, kan vi se at nogle deltagende lærere ikke har gjort dette, mens andre befinder sig i en implementeringsproces, som over længere tid kan føre til en fuld implementering af ny praksis.

Perspektivering

Inden for forskning af STEM-undervisning, er der mange interessante veje at gå. I dette projekt har vi haft fokus på lærerne og deres oplevelser af implementering af STEM-undervisning i praksis. Undervejs i projektet opdagede vi flere forskellige interessante opmærksomhedspunkter, som kunne være spændende at undersøge nærmere. Hvis dette projekt kunne have fortsat ud over den tidsramme, vi havde til rådighed, ville det have været interessant at se, hvorvidt der ville være flere deltagere, der ville indtænke STEM i deres årsplanlægning. Da vores projekt er forløbet hen over foråret, er vi klar over, at der i flere tilfælde vil være fokus på at nå en opsamling af emner, samt eventuelle eksaminer, der skal tages højde for. Dette kan have betydning for lærernes fleksibilitet i forhold til deres

planlagte forløb. Hvis vi derimod lod projektet køre et år endnu, kunne det efter deltagernes egne udsagn godt have en positiv indflydelse på deres holdning til at indtænke STEM i det kommende skoleår. Da de nu både har et bedre kendskab til STEM og en åben årsplan for det næste skoleår. Samtidig kunne det også være interessant at se, hvorledes netværket ville udvikle sig, om der på sigt ville være en større aktivitet i Facebook-gruppen, eksempelvis i tidsrummet omkring årsplanlægningen.

Vi har kategoriseret vores netværk bestående af en Google Drev mappe og en dertilhørende Facebookgruppe, som værende rammerne for et professionelt læringsnetværk, med flere af de teoretiske begrundelser for netop et professionelt læringsnetværk. Disse begrundelser er eksempelvis, at det er lystbetonet, personlig interesse for netværkets indholdsområder, interaktion med ligesindede for at finde inspiration med henblik på at udvikle egen praksis (Macià & García, 2016).

Et læringsnetværk kan over tid udvikle sig til et læringsfællesskab (Wenger et al., 2011), hvis deltagerne efterhånden bliver mere interagerende om et fælles udgangspunkt for udvikling og implementering af STEM. Vi ser dog ikke at netværket lige nu, kan kendetegnes som værende et læringsfællesskab. Det kan det ikke, da der på nuværende tidspunkt blandt andet ikke kan ses et fælles udgangspunkt for den vedvarende interaktion mellem deltagerne, for at deltagerne i fællesskab kan udvikle på implementeringen af STEM i grundskolen. Dette med et afsæt i tæt dialog om erfaringer og videndeling, hvilket Wenger et al. (2011), pointerer i sin teori som værende et kendetegn for læringsfællesskaber. Hvorvidt dette netværk vil udvikles til et fællesskab over tid, kan vi kun gisne om. Vi kan dog se, at umiddelbart vil det kræve flere aktive deltagere, der deler materialer, erfaringer og interagerer med hinanden i gruppen om det fælles fokus, således at vi som moderatorer ikke ses som nødvendige kilder til indspark i debatten. Efter vi havde udsendt spørgeskema 2, åbnede vi for adgang for nye medlemmer i Facebook-gruppen og gjorde i samme ombæring Google Drev-mappen tilgængelig for alle de nye medlemmer. Det viste sig, at gruppen hurtigt voksede til mere end det dobbelte antal medlemmer. Desuden var der også et af disse medlemmer, der skrev flere opslag med inspiration fra egen praksis, i de første dage efter vedkommende blev medlem. Vi så, at der også var flere både nye og eksisterende medlemmer, der aktivt kommenterede på disse opslag. Det ville være interessant at undersøge hvorvidt, det er et enkeltstående tilfælde eller om der fortsat vil komme mere aktivitet i takt med at gruppen vokser i antallet af medlemmer. Hvilket ville kunne indikere at vores udgangspunkt med at skabe et trygt rum, ikke nødvendigvis ville være afhængig af gruppens størrelse.

Litteratur

- Addeo, F., Paoli, A. D., Esposito, M., & Bolcato, M. Y. (2019). Doing social research on online communities: The benefits of netnography. *Athens journal of social sciences*, 7(1), pp. 9-38.
- Albers, B., Høgh, H., & Månsson, H. (2015). *Implementering: Fra viden til praksis på børne- og Ungeområdet* (s. 11-65). København: Dansk Psykologisk Forlag.
- Astra.dk (u.å.). *Viden i fokus: STEM-området*. Lokaliseret d. 21. maj 2022 på: <https://astra.dk/viden-fokus/stem/>
- Auner, S., Daugbjerg, P., Nielsen, K., & Sillasen, M. K. (2018). *Engineering i skolen: Hvad, hvordan, hvorfor*. VIA University College.
- Bohm, M., Salomonsen, D., Quistgaard, N., Binau, C. F., Wøhlk, E. B., Jensen, L. V., & Kronvald, O. (2017). Sammen om naturvidenskab – anbefalinger til en national strategi for de naturvidenskabelige fag. *Astra*.
- Boolsen, M. W. (2009). Tabeller og sammenhænge I: *Spørgeskemaundersøgelser fra konstruktion af spørgsmål til analyse af svarene*. (s. 133-160). København K: Hans Reitzels Forlag.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), pp. 77-101.
- Bybee, R. W. (2013). What Is Your Perspective of STEM Education? In: *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities* (pp. 73-87). NSTA press.
- Børne- og undervisningsministeriet (2022, 11. April). *Vejledning til folkeskolens prøve i den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi i 9. klasse*. Lokaliseret d. 28. maj 2022 på: <https://www.uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-proever/faglig-forberedelse/proevevejledninger>
- Canger, T. & Kaas, L. A. (2016). *Praktikbogen* (1. udg., s. 17 & 65). Latvia: Hans Reitzels Forlag.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2010). 18: Observation In: *Research Methods in Education*. (6th ed., pp. 396-413). N.Y.: Routledge.

- DEA (2019). *Hvordan får vi STEM på lystavlen hos børn og unge?: Og hvilken rolle spiller køn for interesseskabelsen?* Lokaliseret d. 12. marts 2022 på: <https://www.datocms-assets.com/22590/1589284030-pixi-stempaalystavlenhosboernogunge.pdf>
- Dunn, R. & Burke, K. (2006). Chapter One: What are Learning Styles? In: *Learning Style: The clue to you!* (pp. 1-6). Lokaliseret d. 27. maj 2022 på: https://webs.um.es/rhervas/miwiki/lib/exe/fetch.php%3Fmedia%3Dlscy_rimanual_v1.pdf
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), pp. 63-74.
- Elmose, S. & Sillasen, M. K. (2013). Naturfaglig kompetence og IBSE: Model for evaluering af elevers kompetenceudvikling i undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. *NorDiNa*, 9(2), s. 99-112. Lokaliseret d. 25. maj 2022 på: <https://www.ucviden.dk/en/publications/naturfaglig-kompetence-og-ibse-model-for-evaluering-af-elevers-ko>
- emu (2021, 21. april). *Didaktiske tilgange*. Lokaliseret d. 21. maj 2022 på: <https://emu.dk/grundskole/paedagogik-og-didaktik/didaktiske-tilgange>
- emu (2022, 28. januar). *Om forsøget*. Lokaliseret d. 21. maj 2022 på: <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaaelse/om-forsoeget>
- Fixsen, D. L., Naoom, S. F., Blase, K. A., Friedman, R. M. & Wallace, F. (2005). Chapter 1: Introduction In: *Implementation research: A synthesis of the literature*. (pp. 1-6). Tampa, FL: University of South Florida.
- Flick, U. (2018). Triangulation. In Denzin & Lincoln, (eds.). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (5th ed., pp. 444-461). CA: SAGE Publications Inc.
- Guskey, T. R. (2002). Professional Development and Teacher Change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8, pp. 381-391.
- Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational researcher*, 15(5), pp. 5-12.
- Iversen, M. D. (2021, 14. april) *QUEST-projektet*. Lokaliseret d. 4. april 2022 på: <https://projekter.au.dk/q-model/quest-projektet>

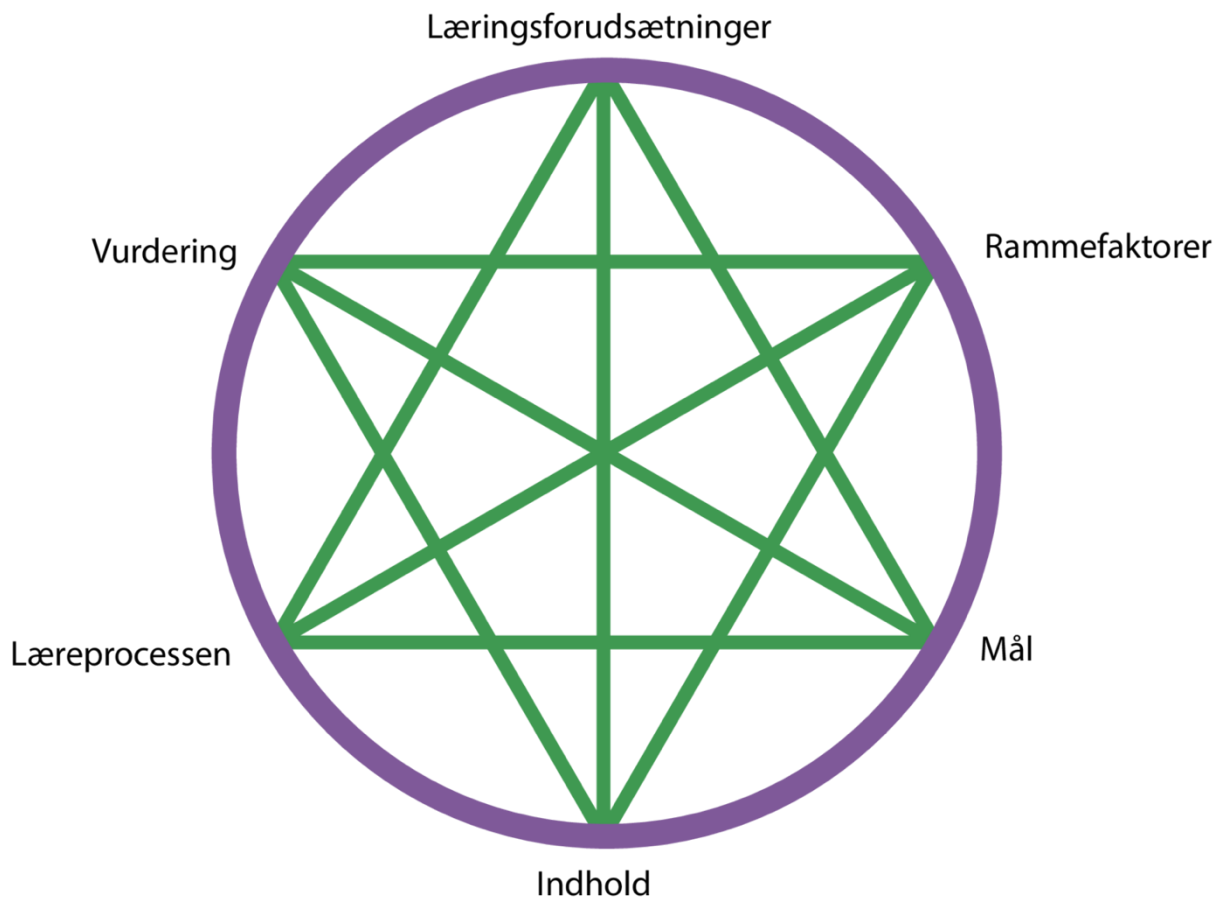
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133.
- KiDM (2020). *Undersøgende matematikundervisning*. Lokaliseret d. 28. maj 2022 på: https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2020/05/Pixi_Matematik_elektronisk-2.pdf
- Kozinets, R. V. (2015). Netnography Redefined In: *Netnography: redefined* (2nd ed., pp. 79-100). London: SAGE Publications Ltd.
- Krogh, L. B. (2016). Professionel udvikling af naturfagslærere – brikker til et fælles afsæt. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (4). Hentet fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36421>
- Kyk, M., Jakobsen, J., & Krarup, M-L. (2022). *Udvikling af en STEM-didaktisk planlægningsmodel gennem designbaseret uddannelsesforskning*. Kandidatuddannelsen i STEM-undervisning, Københavns Universitet. Projekt opgave.
- Larsen, D. M., Kristensen, M. A., Hjort, M. F., & Seidelin, L. (2022). STEM-didaktik - et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, 22(1).
- Lesseig, K., Nelson, T. H., Slavitt, D., & Seidel, R. A. (2016). Supporting middle school teachers' implementation of STEM design challenges. *School Science and Mathematics*, 116(4), pp. 177-188.
- Lund, J. H., & Hansen, S. J. (2018). Om implementering-og potentialer i forskningsbaseret viden om implementering. *Clou skriftsserie*, (2017-001), s. 1-24.
- Lærerkommissionen (2019). Lærerkommissionens rapport – Bilag 5: Lærerkommissionens folkeskoleundersøgelse, inkl. Underbilag. Lokaliseret d. 19. maj 2022 på: <https://www.dlf.org/loen-og-vilkaar/laererkommissionen>
- Macià, M., & García, I. (2016). Informal online communities and networks as a source of teacher professional development: A review. *Teaching and teacher education*, 55, pp. 291-307. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.01.021>
- Madsen, L. M., Evans, R., & Bruun, J. (2020). Undersøgelserbaseret undervisning: 6F-modellen – dens tilblivelse og udvikling i Danmark. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, 19-19.

- Manca, S., & Ranieri, M. (2017). Implications of social network sites for teaching and learning. Where we are and where we want to go. *Education and Information Technologies*, 22(2), pp. 605-622.
- Malchow-Møller, N. & Wurtz, A., (2014). Statistik og erkendelser; Usikkerhed og sandsynligheder; Fra deduktiv til induktiv; Stikprøvemetoder I: *Indblik i statistik: For samfundsvidenskab*. (2 udg., s. 17-24; 47-74; 197-228). Slovenia: Hans Reitzels Forlag.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM education*, 6(1), pp. 1-16.
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), pp. 530-569.
- Meilvang, H. (2020, 15. januar). *En undersøgende undervisningstilgang gør eleverne dygtigere til dansk og matematik*. Lokaliseret d. 28. maj 2022 på: <https://www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2020/jan/200115-en-undersoegende-undervisningstilgang-goer-eleverne-dygtigere-til-dansk-og-matematik>
- Michelsen, C. (2021). *STEM-didaktik: Hvad er STEM? Og hvad er målet med STEM undervisning?*. Lokaliseret d. 12. marts 2022 på: <https://www.linkedin.com/pulse/stem-didaktik-hvad-er-stem-og-m%C3%A5let-med-undervisning-claus-michelsen/?originalSubdomain=dk>
- Nielsen, N. G., (2015). Årsplanlægning. I: Brodersen, P., Laursen, P. F., Agergaard, K., Nielsen, N. G. & Gissel, S. T., (2015) *Effektiv undervisning* (3. udgave, s. 165). Latvia: Hans Reitzels Forlag
- Nielsen, B. L., Pontoppidan, B. S., Sillasen, M. K., Mogensen, A., & Nielsen, K. (2013). QUEST – et storskalaprojekt til udvikling af naturfagsundervisning. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 2, s. 49-66. Lokaliseret d. 3. maj 2022 på: <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36034>
- Rasmussen, T. (2006). Planlægningsmodeller – en støtte og en udfordring til lærernes viden. I: Lund, J. & Rasmussen, T. (Red.) *Almen didaktik – i læreruddannelsen og lærerarbejde*. (s. 108-128). Aarhus: KvaN

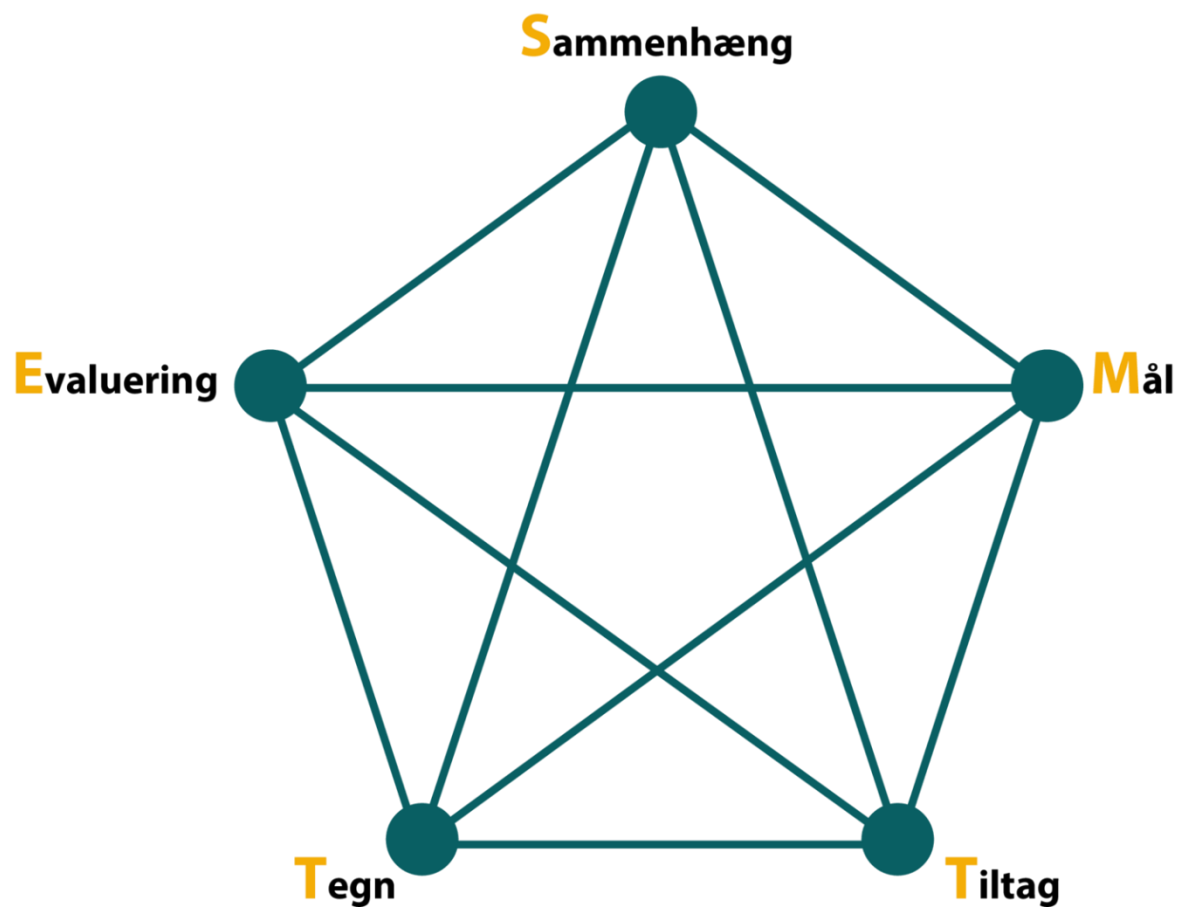
- Reimer, D., & Sortkær, B. (2017). Spørgeskemaundersøgelsen og kvantitative metoder I: Ensig, T. T. (red.), *Empiriske undersøgelser og metodiske greb: Grundbog til de pædagogiske uddannelser* (s. 135-160). Hans Reitzels Forlag.
- Spindler, G., & Spindler, L. (1992). Cultural Process and Ethnography: An Anthropological Perspective. In: LeCompte, M. D., & Millroy, W. L. (Eds.), *The Handbook of Qualitative Research Education* (pp. 63-74). San Diego, CA: Academic Press.
- Stoll, L. (2004). Developing professional learning communities: Messages for learning networks. *Collaboration and Community* (pp. 33-37).
- STUK - Styrelsen for undervisning og kvalitet (2020). *Vidensnotat om implementering af samfundsrelevante problemstillinger i naturvidenskabsundervisningen i gymnasieskolen*. Lokaliseret d. 21. maj 2022 på: <https://emu.dk/stx/naturvidenskabsstrategien/samfundsrelevante-problemstillinger/samfundsrelevante>
- Trust, T. (2012). Professional learning networks designed for teacher learning. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 28(4), pp. 133-138.
- Trust, T., Krutka, D. G., & Carpenter, J. P. (2016). "Together we are better": Professional learning networks for teachers. *Computers & education*, 102, pp. 15-34.
- Tanggaard, L., & Brinkmann, S. (2020). Interviewet: Samtalen som forskningsmetode. I: *Kvalitative metoder: En grundbog* (s. 33-64). Hans Reitzels Forlag.
- Undervisningsministeriet (2018, 13. marts). *Regeringen vil skabe større interesse for naturvidenskab: Læs alt om den nye naturvidenskabsstrategi*. Lokaliseret d. 21. maj 2022 på: <https://www.regeringen.dk/nyheder/2018/naturvidenskabsstrategi/>
- Wenger, E., Trayner, B., & De Laat, M. (2011). Promoting and assessing value creation in communities and networks: A conceptual framework. *Ruud de Moor Centrum, Open Universiteit, Heerlen, Netherlands*.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*. 21(2), pp. 49-58.

Bilag

Bilag 1: Hiim og HIPPES relationsmodel



Bilag 2: SMTTE-model



Bilag 3: Invitation til netværket



Kære lærer i grundskolen

Kunne du tænke dig at få adgang til gratis STEM-undervisningsforløb? STEM (Science, Teknologi, Engineering og Matematik) er en undervisningstilgang der kan anvendes i matematik, naturfag og kreative fag. Forløbene kan give inspiration til, hvordan du kan nytænke din undervisning og evt. selv komme i gang med at planlægge STEM-undervisning. Hvis du synes det lyder interessant, så kunne det være, du har lyst til at deltage i vores specialeprojekt.

Har du tidligere erfaring med undervisning i matematik eller naturfag? Kunne du tænke dig at indgå i et online læringsfællesskab, hvor der udveksles erfaringer og undervisningsforløb til inspiration?

Vi er fire studerende, der læser Cand. Scient i STEM-undervisning på Københavns Universitet. Vi skal her i foråret lave et specialeprojekt om, hvordan et online læringsfællesskab kan understøtte udviklingen af undervisning, hvor fagene sammen bidrager til at løse problemstillinger. Udviklingen understøttes af en netværksbaseret STEM-database, der indeholder undervisningsforløb og aktiviteter.

Det kan du forvente af forløbet:

- Du bliver klogere på udfordringer og muligheder i en STEM-praksis.
- Du bliver en del af et læringsnetværk, hvor der er
 - adgang til en database med inspiration til undervisning i STEM.
 - en Facebookgruppe for deltagere i projektet.
 - mulighed for sparring - også fremtidig.
- Vi står til rådighed med sparring og vejledning gennem hele perioden.
- Du får adgang til en digital udgave af en STEM-didaktisk planlægningsmodel.
- Du bliver klogere på, hvordan hhv. matematik, teknologi, samfundsrelevante problemstillinger og engineering design processer kan indtænkes i undervisningen.
- Webinarer (se datoer længere nede)
- Forløbet kommer til at vare fra uge 9-15, men netværket og databasen håber vi fortsat vil udvikles.



Forventninger til dig som deltager:

- Du har lyst til at undervise i/afprøve forløb med en STEM-orienteret tilgang.
- Du har evt. lyst til selv at planlægge en eller flere STEM-aktiviteter eller -forløb og dele med andre via databasen. (Dette er ikke et krav for at deltage, men vi håber der er nogle der har lyst til at bidrage med egne aktiviteter).
- Du er villig til at deltage i 2 interviews om de udfordringer og muligheder du oplever samt besvarelse af 2 spørgeskemaer.
- Du kommer med ærlig feedback.
- Du underviser i matematik, naturfag eller natur/teknologi på 4. - 9. årgang.

Som et valgfrit tilbud vil der blive afholdt 3 online webinarer, hvor du har mulighed for at deltage i 0, 1, 2 eller 3 alt efter din interesse. Webinarerne er opbygget med et kort oplæg med inspiration efterfulgt af en mulighed for at dele erfaringer og sparre med andre deltagere.

- 1. webinar 28. februar 15.15-16.00: Introduktion til STEM, databasen, projektet og forventningsafstemning
- 2. webinar 23. marts 15.15-16: Hvordan kan man tilrettelægge STEM-forløb og aktiviteter og erfaringsudveksling om planlægning
- 3. webinar 6. april 15.15-16: Hvordan kan vi bruge STEM-databasen og netværket fremadrettet

Lyder det som noget for dig eller har du nogle spørgsmål, er du meget velkommen til at kontakte os.

Med venlig hilsen

Marie-Louise Krarup: lwn312@alumni.ku.dk - mobil: 25210188, Jakob Holm Jakobsen: kbj857@alumni.ku.dk - mobil: 31334737, Michelle Møller Kyk: sqc467@alumni.ku.dk - mobil: 25715081, Malene Hermann Jensen: knw860@alumni.ku.dk - mobil: 28763038

Bilag 4: Velkomstbrev til deltagere i netværket



Velkomstbrev

Velkommen til google drev-mappen "STEM-undervisning"

I denne mappe kan du finde følgende undermapper:

Informationer:

I denne mappe kan du se invitationen, hvor bl.a. datoer for webinarerne fremgår.

Desuden findes vejledningen til den STEM-didaktiske planlægningsmodel, hvor modellen og processer beskrives.

Derudover findes modellen og brikker. Model og brikker kan downloades, printes og klippes, hvis man gerne vil planlægge med fysiske brikker, eller man kan downloade og arbejde med sin planlægning i eksempelvis powerpoint.

Det er vigtigt, at man ikke ændrer i skabeloner, forløb og aktiviteter, men at man husker at lave kopier til eget brug.

Skabelon til STEM-undervisning

Denne skabelon anvendes, hvad enten du laver et forløb eller en aktivitet.

Lav altid en kopi, som du arbejder i. Så er skabelonen til rådighed for andre.

STEM-forløb

I denne mappe vil du se en mængde undervisningsforløb, som du kan afprøve. Det er også her du kan lægge egne forløb op, som du gerne vil dele med andre.

Brug venligst skabelonen, så forløbene er lette at overskue.

STEM-aktiviteter

I denne mappe vil du se en mængde undervisningsaktiviteter, som du kan afprøve. Det er også her du kan lægge egne aktiviteter op, som du gerne vil dele med andre.

Brug venligst skabelonen, så aktiviteterne er lette at overskue.

Vi håber, at du vil finde masser af inspiration og selv få lyst til at planlægge STEM-undervisning og dele det her i drevet til andres inspiration. Hertil er der oprettet en facebook-gruppe "STEM-undervisning inspiration og deling (netværksgruppe)", hvori drøftelser om STEM-undervisning kan finde sted. I det fastgjorte opslag i gruppen, ses mere information. Hvis man ønsker medlemskab i gruppen, så kontakt en af os, så hjælper vi jer ind.

Vi glæder os til at følge med i udviklingen af STEM-undervisningsforløb og -aktiviteter.

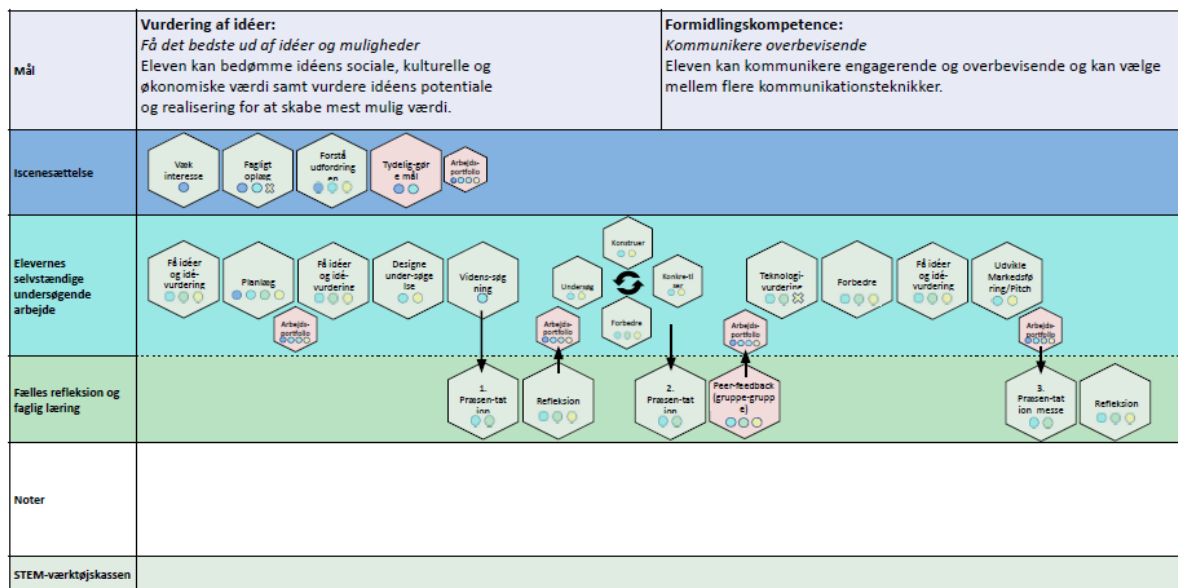
Med venlig hilsen

Malene, Michelle, Jakob & Marie-Louise

Bilag 5: Den STEM-didaktiske planlægningsmodel

Den STEM-didaktiske planlægningsmodel (Kyk, Jakobsen & Krarup, 2022)

Den STEM-didaktiske planlægningsmodel er et redskab vi har udviklet til lærere, som de kan anvende til at planlægge STEM-undervisningsforløb. De kan anvende modellen til at planlægge tværfaglige forløb inden for STEM i alle grundskolens klassetrin. Nedenstående figur er et eksempel, hvor modellen er anvendt til at planlægge et STEM-undervisningsforløb.



Bilag 6: Spørgeskema 1

Spørgeskema 1

Dette spørgeskema er henvendt til lærere og lærerstuderende i grundskolen.

Vi er fire studerende, der læser Cand. Scient i STEM (Science, Teknologi, Engineering og Matematik)-undervisning på Københavns Universitet.

Vi skal her i foråret lave et specialeprojekt om, hvordan et online læringsfællesskab kan understøtte udviklingen af undervisning, hvor fagene sammen bidrager til at løse problemstillinger. Udviklingen understøttes af en netværksbaseret STEM-database, der indeholder undervisningsforløb og aktiviteter.

Selv hvis du ikke har lyst til at deltage i specialeprojektet eller ikke ved noget om STEM, vil vi sætte stor pris på din besvarelse af dette spørgeskema.

I det følgende spørgeskema vil du komme igennem forskellige kategorier som alle omhandler din relation til undervisningspraksis.

Den første kategori omhandler din baggrund som lærer.

Hvilke fag underviser du i?

- (1) Matematik
- (2) Fysik/Kemi
- (3) Geografi
- (4) Biologi
- (5) Natur & Teknologi
- (6) Håndværk & Design
- (7) Billedkunst
- (8) Andre fag

Hvor længe har du arbejdet som underviser?

- (1) 0-4 år
- (2) 5-9 år
- (3) 10-14 år
- (4) 15-19 år
- (5) 20-24 år
- (6) 25-29 år
- (7) 30-34 år

(8) 35-39 år

(9) 40+ år

Hvilke(n) årgange underviser du?

(1) Indskoling

(2) Melletrin

(3) Udskoling

Er du uddannet lærer?

(1) Ja

(2) Nej

(3) Jeg er lærerstuderende

Den næste kategori omhandler din normale planlægning og gennemførelse af din undervisning.

Hvordan vil du beskrive din egen undervisning?

Hvordan plejer du at planlægge undervisningsforløb?

(1) Jeg plejer selv at planlægge dem fra bunden

(2) Jeg plejer at anvende forløb der er planlagt af andre, men med egne justeringer

(3) Jeg plejer at anvende færdige forløb fra en undervisningsplatform/bogsystem

(4) Andet: _____

Planlægger du undervisningsforløb

(1) Selvstændigt

(2) I fællesskab med kolleger

Denne kategori omhandler din viden om STEM

Har du kendskab til STEM?

- (1) Ja
- (2) Nej
- (3) En lille smule
- (4) Jeg har hørt ordet, men ved ikke hvad det er

Ved du hvad STEM-undervisning er?

- (1) Ja
- (2) Nej

Hvad synes du, er de vigtigste kendetegn for STEM-undervisning?

Har du undervist i STEM?

- (1) Ja
- (2) Nej

Hvilken erfaring har du med afprøvning af STEM-forløb?

Har du oplevet udfordringer i forbindelse med planlægning eller udførelse af STEM-forløb?

Har du selv planlagt de STEM-forløb du har undervist i?

- (1) Ja, helt fra bunden
- (2) Delvist
- (3) Nej, jeg har brugt andres materiale

I hvilket omfang anvender du STEM i din undervisning?

Spørgsmål om specialeprojektet

Hvis du ønsker at deltage i projektet vil du som det sidste blive spurgt om navn, email og skole - disse oplysninger vil blive opbevaret indtil d. 30. juni 2022 - hvis du ønsker at de slettes tidligere bedes du kontakte os.

Vil du deltage i specialeprojektet?

- (1) Ja
- (2) Nej
- (3) Jeg vil gerne have mere info

Udfyld feltet herunder med dit navn, din email og hvilken skole du er tilknyttet:

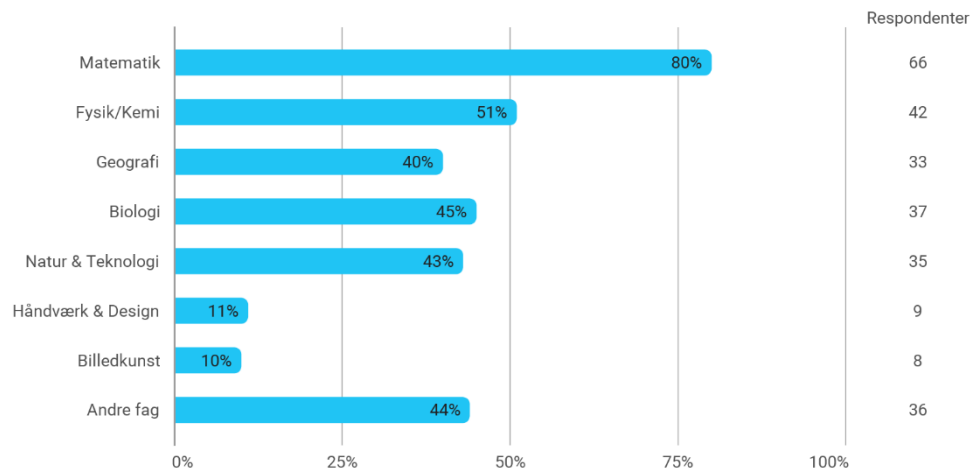
Indsæt din email her og skriv også gerne hvad du gerne vil have mere info om, så vender vi tilbage til dig hurtigst muligt!

Mange tak for din besvarelse :)

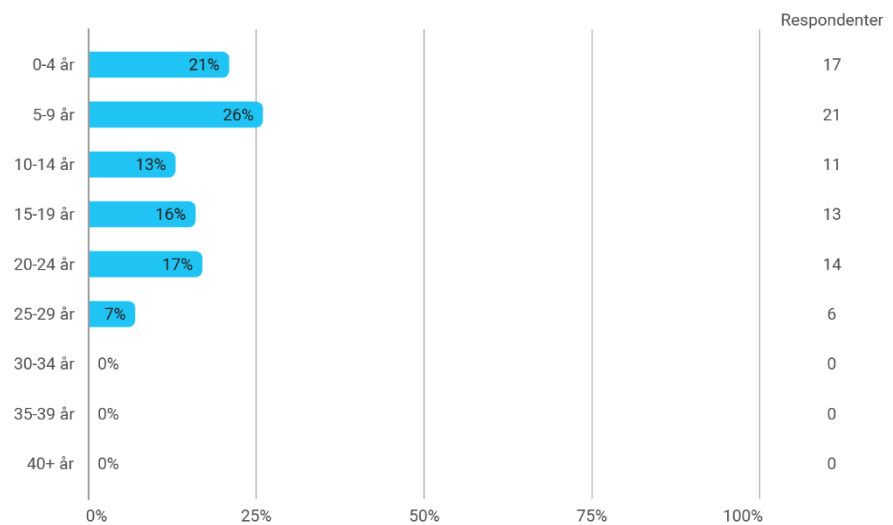
Bilag 7: Overblikrapport spørgeskema 1

Overblikrapport over lukkede svar i spørgeskema 1

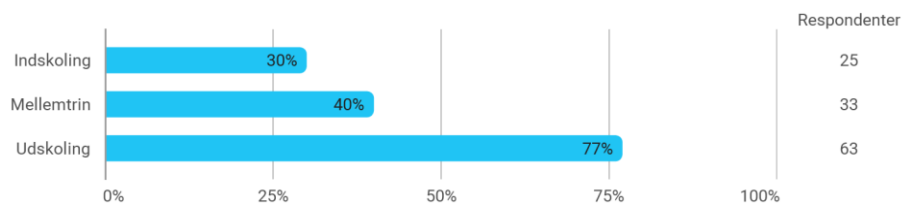
Hvilke fag underviser du i?



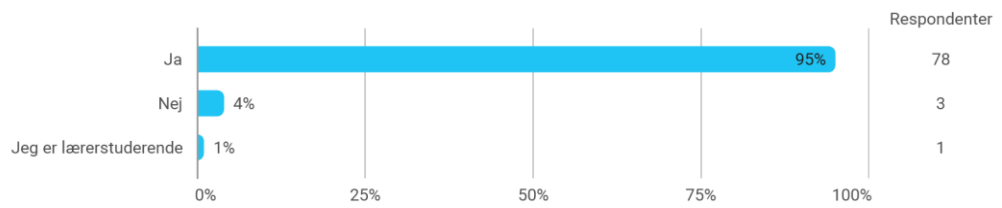
Hvor længe har du arbejdet som underviser?



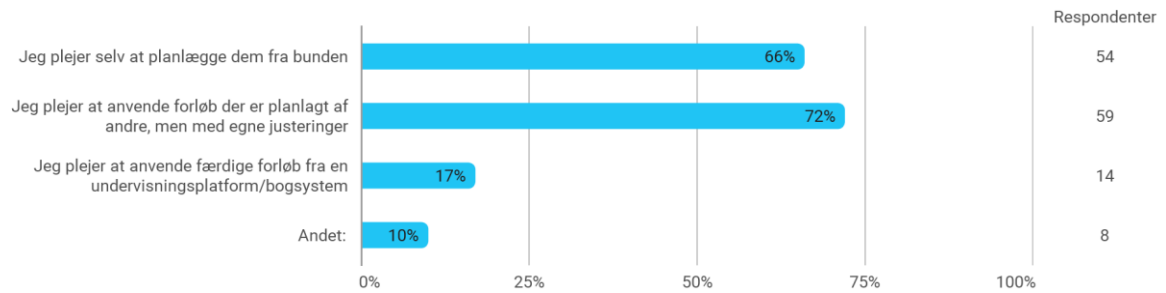
Hvilke(n) årgange underviser du?



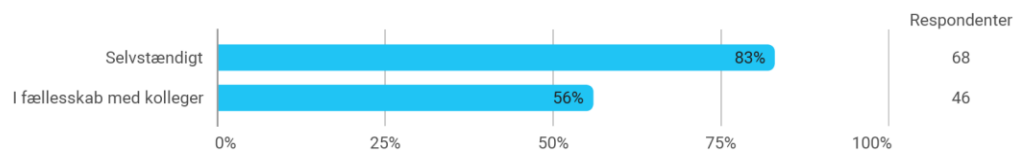
Er du uddannet lærer?



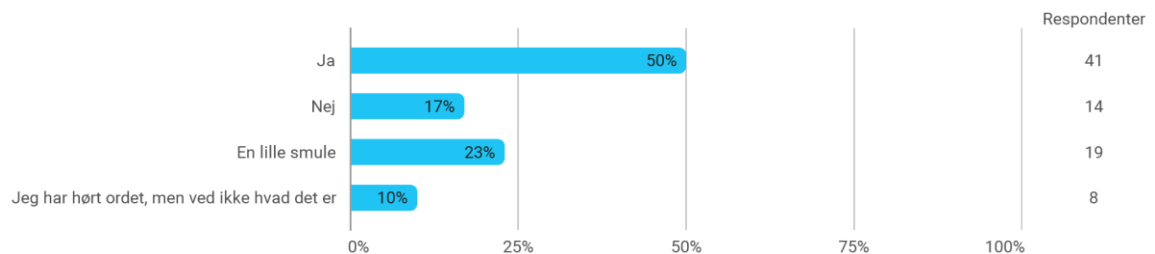
Hvordan plejer du at planlægge undervisningsforløb?



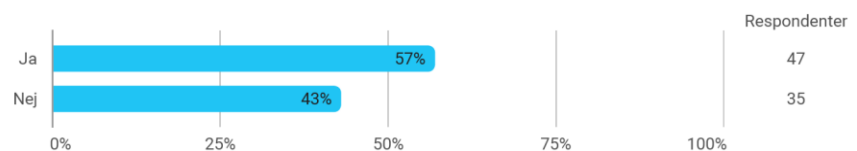
Planlægger du undervisningsforløb



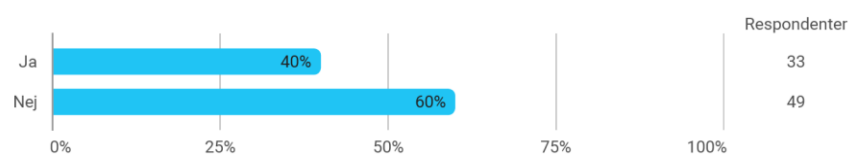
Har du kendskab til STEM?



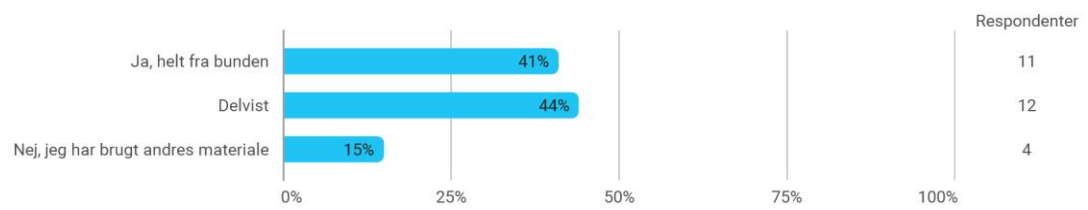
Ved du hvad STEM-undervisning er?



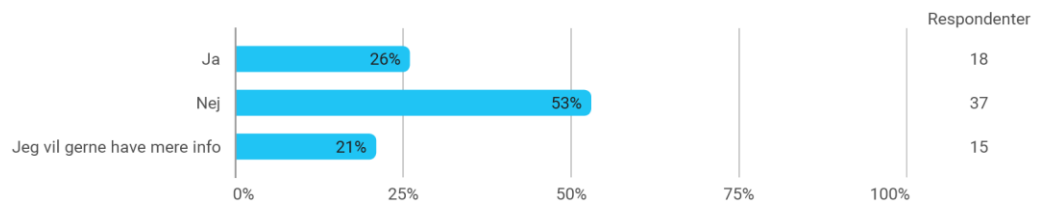
Har du undervist i STEM?



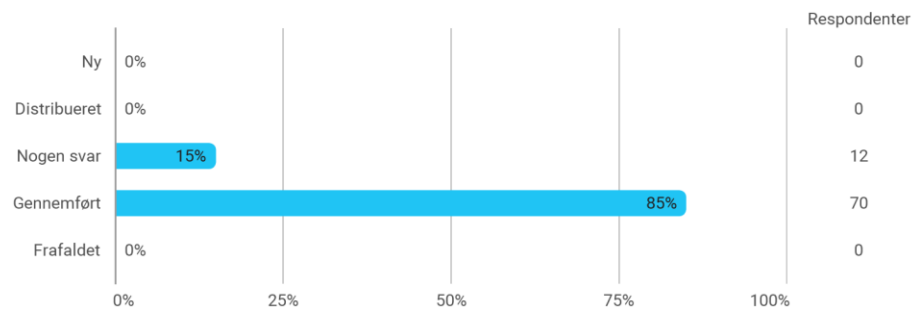
Har du selv planlagt de STEM-forløb du har undervist i?



Vil du deltage i specialeprojektet?



Samlet status



Bilag 8: Spørgeskema 2

Spørgeskema 2

Dette er det afsluttende spørgeskema for vores speciale projekt. Vi håber at I der har været en del af projektet vil tage jer tid til at svare på dette. På forhånd mange tak :)

Mvh. Marie-Louise, Michelle, Jakob og Malene

Hvordan har du været deltager i vores projekt?

- (1) Jeg er medlem af Facebook-gruppen: STEM-undervisning inspiration og deling (netværksgruppe)
- (2) Jeg har adgang til STEM-undervisningsforløbene på Google Drev
- (3) Jeg har deltaget i interview (enten 1 eller 2, eller begge)

Hvordan har du anvendt Facebookgruppen?

- (1) Jeg har set webinar-videoerne på Facebook
- (2) Jeg har lavet opslag
- (3) Jeg har kommenteret på opslag
- (4) Jeg har fundet inspiration fra opslag
- (5) Jeg har læst de fleste af opslagene
- (6) Jeg har læst få opslag
- (7) Andet: _____

Hvad tænker du om Facebookgruppen? (Brugbar/ikke brugbar og hvorfor?)

Hvordan har du anvendt Google Drev-mappen?

- (1) Jeg har overvejet at lægge mit eget materiale ind
- (2) Jeg har afprøvet et forløb/aktivitet derinde fra
- (3) Jeg har fundet forløb/aktiviteter jeg har planer om at afprøve senere

- (4) Jeg har afprøvet et tilpasset forløb/aktivitet derinde fra
- (5) Jeg har fundet inspiration til at lave mit eget forløb/aktivitet
- (6) Jeg har ikke anvendt Google Drev-mappen
- (8) Andet: _____

Hvad tænker du om Google Drev-mappen? (brugbar/ ikke brugbar og hvorfor?)

Har du afprøvet STEM-forløb/aktiviteter?

- (1) Ja
- (2) Nej

Beskriv dine erfaringer med planlægning og gennemførelse af det/de STEM-forløb/aktiviteter du har afprøvet:

Har du ændret din opfattelse af STEM-undervisning efter deltagelse i projektet?

- (1) Ja
- (2) Nej
- (3) Uddyb gerne hvordan/hvorfor ikke: _____

Ved deltagelse i projektet har du da ændret:

- (1) din måde at tænke undervisning på?
- (2) din undervisningspraksis?

- (3) elementer/tilgange/metoder i din undervisning?
- (4) elementer/tilgange/metoder i din planlægning af din undervisning?
- (5) Intet af ovenstående
- (6) Andet: _____
- (7) Uddyb gerne dit/dine svar: _____

Hvordan tænker du at bruge STEM fremadrettet?

- (1) Jeg vil anvende det i min undervisning i højere grad end hidtil
- (2) Jeg vil opsøge mere viden om STEM
- (3) Jeg vil ikke anvende STEM fremadrettet
- (4) Jeg vil udelukkende undervise STEM-orienteret fremadrettet
- (5) Jeg vil anvende forløb fra Google Drev mappen
- (6) Jeg vil selv planlægge STEM-forløb
- (7) Jeg vil prøve at finde flere STEM-forløb på internettet
- (8) Jeg har gode intentioner, men er i tvivl om hvorvidt jeg vil få det ført ud i praksis
- (9) Andet: _____
- (10) Uddyb gerne hvorfor du (ikke) vil bruge STEM på de valgte måder: _____

Hvordan vil du fremadrettet bruge Facebook-gruppen?

- (1) Jeg vil lægge opslag op
- (2) Jeg vil kommentere på andres opslag
- (3) Jeg vil fortsat læse opslag
- (4) Jeg vil begynde at læse opslag
- (5) Jeg vil ikke anvende Facebook-gruppen længere
- (6) Jeg vil være passivt medlem af Facebook-gruppen
- (7) Andet: _____
- (8) Uddyb gerne dine intentioner: _____

Hvordan vil du fremadrettet bruge Google Drev-mappen?

- (1) Jeg vil finde inspiration til min undervisning
- (2) Jeg vil selv lægge nye forløb/aktiviteter op
- (3) Jeg vil anvende den i min planlægning af næste års undervisning
- (4) Jeg vil dele den med mine kolleger
- (5) Jeg vil ikke anvende den

- (6) Jeg vil måske anvende den
- (7) Andet: _____
- (8) Uddyb gerne dine intentioner: _____

Har dette projekt påvirket din professionelle udvikling som lærer?

- (1) I høj grad
- (5) I nogen grad
- (6) I lav grad
- (7) Slet ikke
- (3) Ved ikke
- (4) Uddyb gerne hvordan: _____

Hvad har du fået ud af at være med i dette projekt?

Mange tak for din besvarelse og deltagelse i vores speciale-projekt!

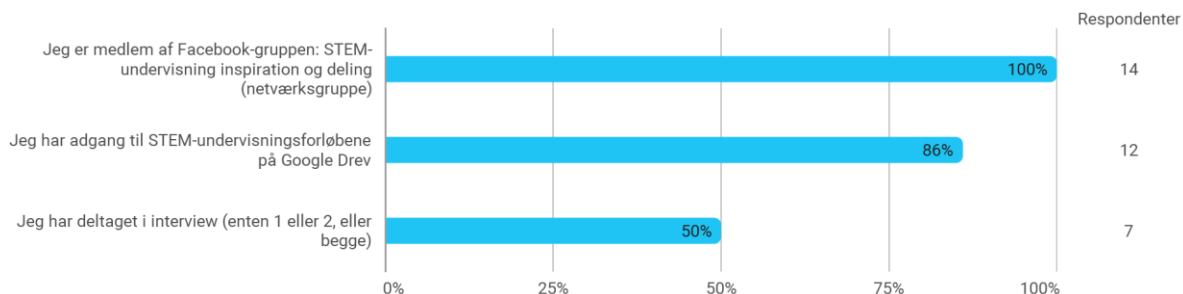
Vi håber du har fået noget brugbar viden om STEM-undervisning og vil anvende Facebook-gruppen og Google Drev-mappen i fremtiden også :)

Mvh. Marie-Louise, Michelle, Jakob og Malene

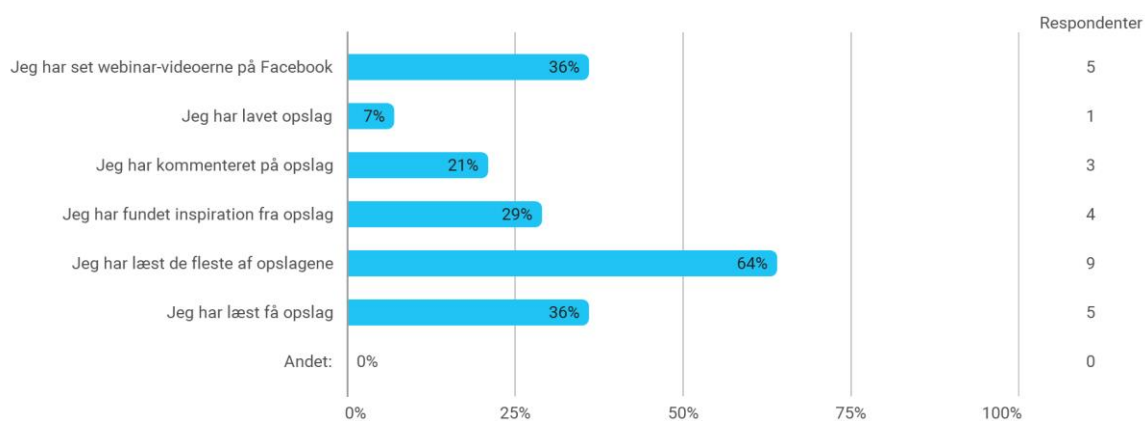
Bilag 9: Overblikrapport spørgeskema 2

Overblikrapport over lukkede svar i spørgeskema 2

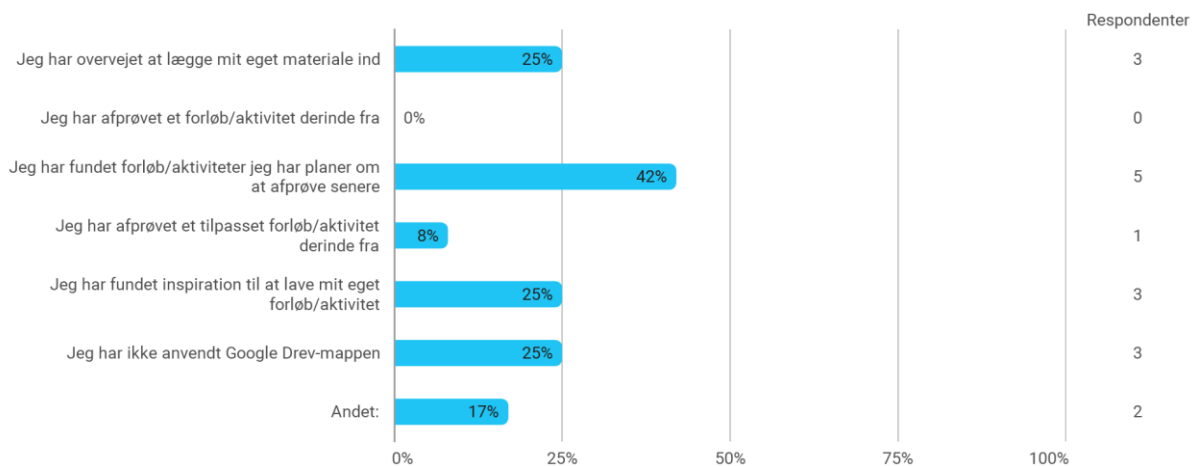
Hvordan har du været deltager i vores projekt?



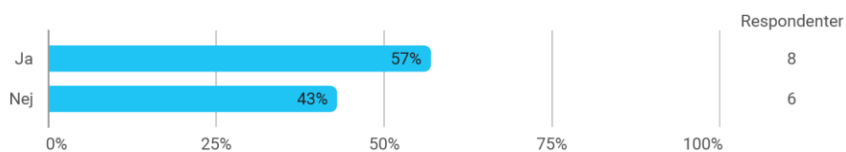
Hvordan har du anvendt Facebookgruppen?



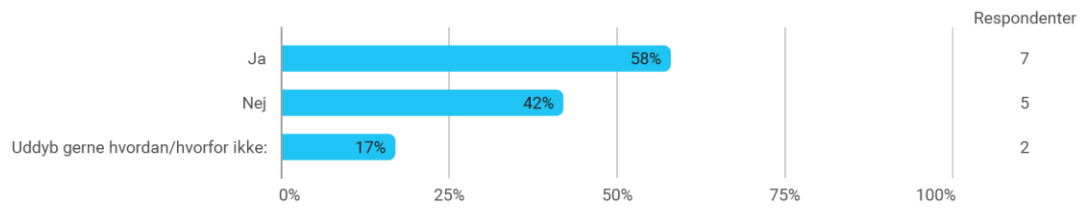
Hvordan har du anvendt Google Drev-mappen?



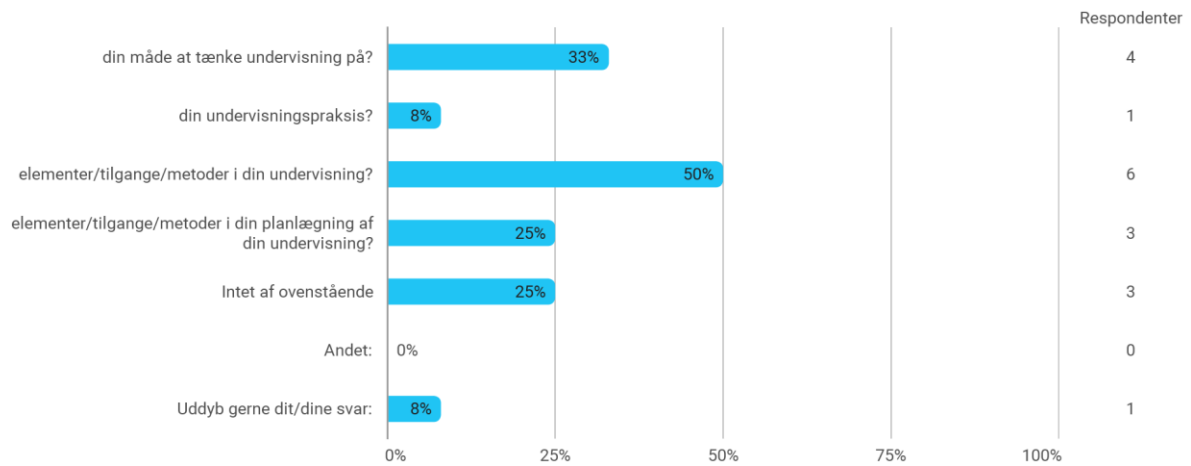
Har du afprøvet STEM-forløb/aktiviteter?



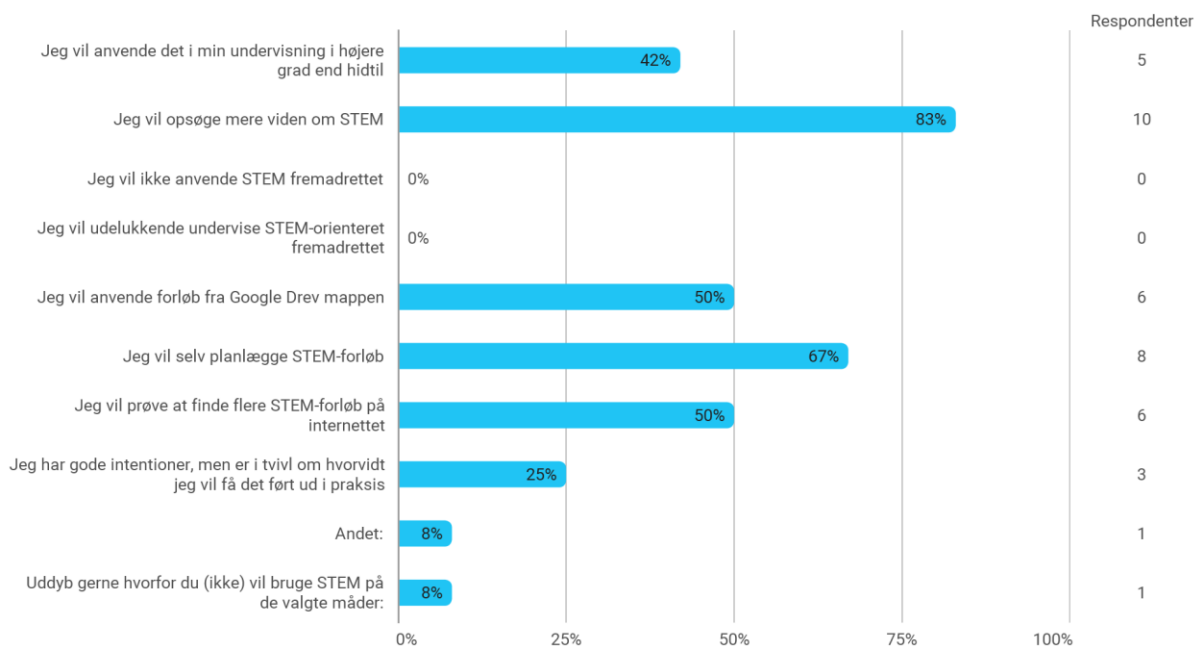
Har du ændret din opfattelse af STEM-undervisning efter deltagelse i projektet?



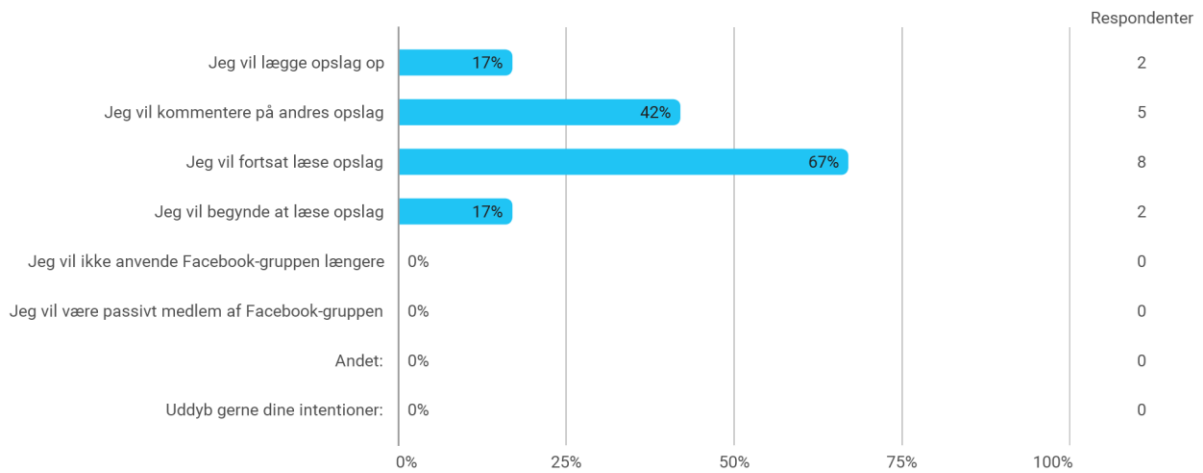
Ved deltagelse i projektet har du da ændret:



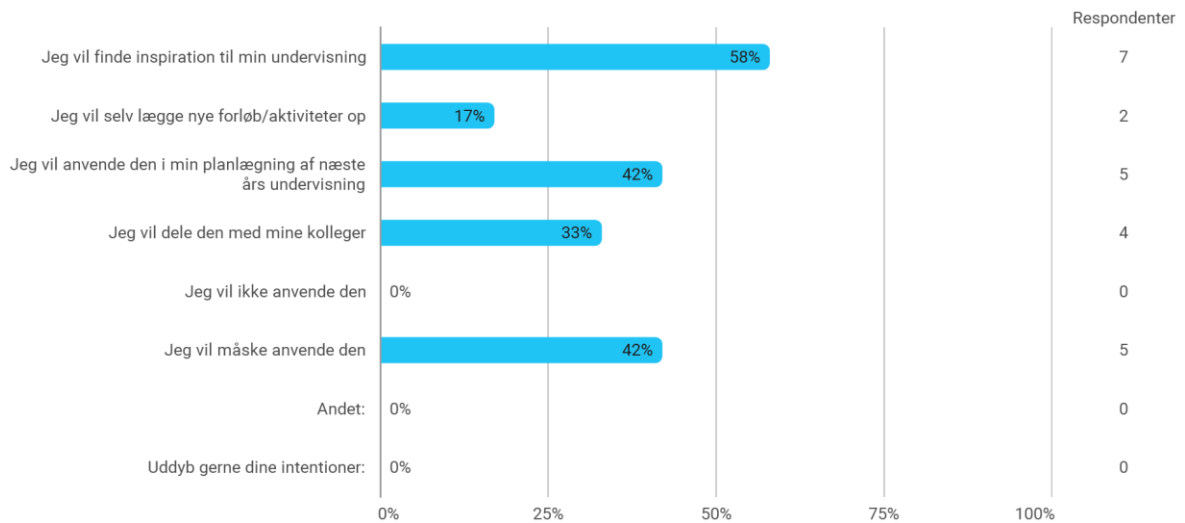
Hvordan tænker du at bruge STEM fremadrettet?



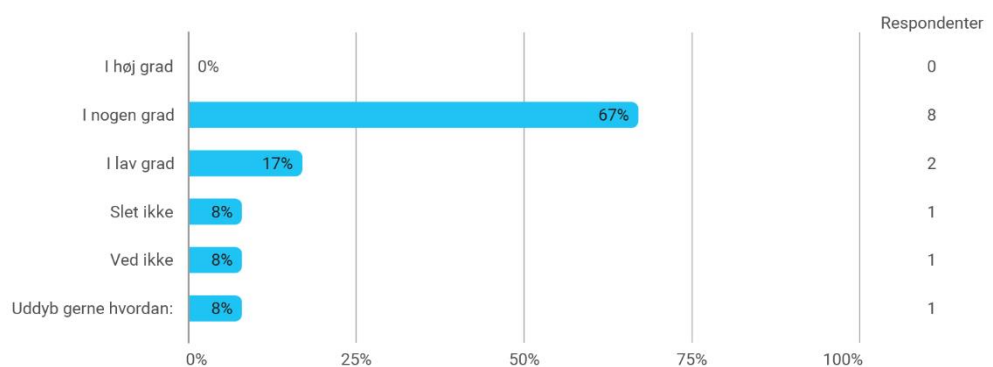
Hvordan vil du fremadrettet bruge Facebook-gruppen?



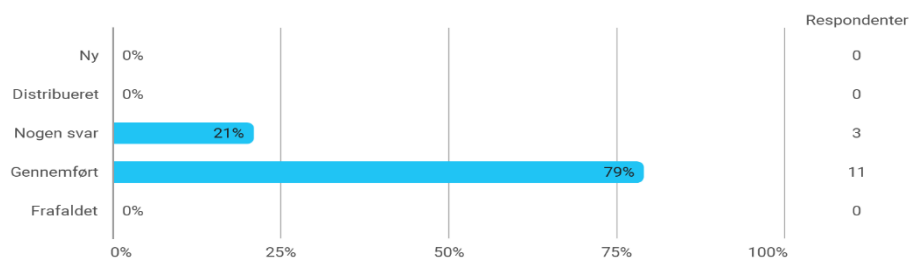
Hvordan vil du fremadrettet bruge Google Drev-mappen?



Har dette projekt påvirket din professionelle udvikling som lærer?



Samlet status



Bilag 10: Interviewguide 1. interview

1. Interview (DEL A - Afprøvet STEM):

(handler om lærerens nuværende STEM-status)

- Hvor har du hørt om STEM henne?
- Hvad tænker du på når du tænker STEM-undervisning?
- Vi kan se i dit spørgeskema du har afprøvet STEM-undervisning. Kunne du fortælle lidt om de forløb eller aktiviteter du har prøvet?
 - Er der noget du har planlagt og afprøvet med kolleger eller selvstændigt?
 - For at se hvordan de ser STEM
- Kan du uddybe, hvilke oplevelser du tidligere har haft med planlægning af STEM?
- Hvilke oplevelser har du med implementering (afprøvning) af STEM-undervisning?
- Hvad fik dig til at afprøve STEM i din undervisning?
 - Kolleger, skolen, andet inspiration
- Hvilke udfordringer ser du ved at implementere STEM? (gerne ud over rammemæssige udfordringer som antal fagtimer, og forberedelsestid mm.)
 - Tid til planlægning
 - Hvis du tænker på et tidligere forløb.
 - Bekymring for faglig tilstrækkelighed.
 - Samarbejde hvis man ikke har alle fag eller manglende kendskab til teknologi.
- Synes du STEM skal være en integreret del af undervisningen i grundskolen?
 - Hvorfor og i hvilket omfang tænker du STEM skal være en del af grundskolen?
- Hvorfor meldte du dig til projektet?
- Hvad kunne du tænke dig at få ud af projektet – kan du uddybe dette?
 - Læringsfællesskab er det vigtigt for deltageren?
- Hvad tænker du om Facebookgruppen og Google Drev mappen?
 - Er det noget du tror du kommer til at bruge?
 - Hvorfor/hvorfor ikke?
 - Hvad ville evt. kunne få dig til at være aktiv derinde?
 - Hvornår på dagen har du tid til at se opslag og evt. Kommentere?
- Har du nogle kolleger der måske kan have lyst til at være med i projektet?

1. Interview (DEL B - Ikke afprøvet STEM):

- Hvor har du hørt om STEM henne?
 - Hvis de ikke selv nævner STEM-undervisning, så spørg også om det
- Hvad tænker du på når du tænker STEM-undervisning?
- Vi kan se i din besvarelse af spørgeskemaet, at du ikke tidligere har afprøvet STEM-forløb. Hvis du skulle nævne en årsag til, at du ikke tidligere har afprøvet STEM-undervisning, hvad ville den årsag så være?
- Hvilke udfordringer ser du ved at skulle implementere STEM?
 - Tid til planlægning.
 - Bekymring for faglig tilstrækkelighed.
 - Samarbejde hvis man ikke har alle fag eller manglende kendskab til teknologi.
- Synes du STEM skal være en integreret del af undervisningen i grundskolen?
 - Hvorfor og i hvilket omfang tænker du STEM skal være en del af grundskolen?

- Hvorfor meldte du dig til projektet?
- Hvad kunne du tænke dig at få ud af projektet – kan du uddybe dette?
- Hvad tænker du om Facebookgruppen og Google Drev mappen?
 - Er det noget du tror du kommer til at bruge?
 - Hvorfor/hvorfor ikke?

Hvad ville evt. kunne få dig til at være aktiv derinde?

Bilag 11: Interviewguide 2. interview

Interviewguide 2. Interview:

(hvordan er der sket en udvikling i deres STEM-praksis, skyldes det netværket/databasen)

(grav ind til årsager for/imod)

Egen praksis

- Har du afprøvet nogle STEM-undervisningsforløb eller aktiviteter?
 - Hvilke forløb eller aktiviteter? hvad fandt du særligt interessant? Hvordan var din oplevelse med det? Oplevede du udfordringer?
- Har du planer om at gennemføre nogle STEM-forløb og aktiviteter?
 - Nogle du selv har planlagt, nogle fra drev eller andet sted fra? Hvorfor ikke?
- Har du ændret noget i din undervisningspraksis, siden du meldte dig til projektet?
 - Eller har du planer om det?
- Hvordan ser du STEM nu (har dit perspektiv ændret sig) og i hvilken grad synes du det skal være en del af grundskolen?

Netværk:

- Hvordan har du brugt Facebook-gruppen?
 - Hvilken type opslag har du kunnet bruge? Og hvilke slags opslag synes du har været der?
 - Har du set videoerne fra webinarerne efterfølgende?
- Hvordan har din egen rolle været i Facebookgruppen?
 - Hvorfor tænker du den har været sådan?
- Har du planer om at bruge den fremadrettet?
 - Og hvilken rolle vil du selv have i det?
- Hvordan har du brugt drev-mappen?
 - Har du planer om at bruge den fremadrettet?
 - Hvilken rolle vil du selv have? Vente på der kommer nyt eller tilføje nyt?
- Hvilken betydning har det haft for dig, at projektet har været bygget op som et Facebook-netværk og Drev i stedet for at vi havde sendt info og materialer ud på email?
- Har du manglet noget i dette projekt?
- Hvad tager du med dig videre efter dette projekt?

Hvis der er tid:

- Har du delt dine erfaringer om dette projekt/STEM- undervisning med andre?
- Har du eksempelvis fået kolleger til at deltage i dette projekt.