

Find vejen frem
VIA University College



Implementering af Engineering i Skolen

Erfaringer og anbefalinger til kommende kompetenceudviklingsdesigns
mårettet lærere i grundskolen

Kolofon

1. oplag

Udgivelsestidspunkt
Juni 2023

Forfattere
Christina Dahl Madsen
Signe Herbers Poulsen

Ekspertgruppe
Steffen Elmoose, Jørgen Haagen Pedersen,
Chunfang Zhou, Henrik Levinsen og
Stine Mariegaard

Layout
Inge Lynggaard Hansen
Jobnr 12.132

Billedmateriale
Colourbox

ISBN
978-87-7298-990-7

Forord

Projektet Engineering i Skolen (EIS) har til formål at indføre lærere i grundskolen i engineering-didaktikken og understøtte implementering af engineering i deres undervisning. Hensigten er på kort sigt at gøre undervisningen i de naturvidenskabelige fag mere motiverende og relevant for eleverne i grundskolen og på længere sigt at øge deres interesse for de naturvidenskabelige uddannelser. Projektet er tilknyttet teknologialliancen "Engineer the Future", og er finansieret af Villum Fonden.

Siden opstarten i 2017 har Engineering i Skolen udviklet og afprøvet forskellige kompetenceudviklingsforløb af varierende længde og omfang målrettet naturfagslærere i grundskolen. Omdrejningspunktet for denne evaluering er de tre kompetencemodeller afprøvet i perioden 2020-2022: En 3-årig, 1-årig og ½-årig model. Dermed indgår evalueringen som et supplement til tidligere udførte evalueringer af projektet, der primært har haft fokus på det 3-årige kompetenceudviklingsforløb.

Evalueringen er gennemført af VIA University College og har til formål at undersøge lærernes erfaringer med kompetenceudviklingsforløbene, implementering og forankring af engineering som både en didaktisk praksis og metode samt sammenlignende erfaringerne fra de tre modeller. Dertil bidrager rapporten med en række forskningsinformerende anbefalinger til, hvorledes kommende kompetenceudviklingsmodeller fremadrettet kan designes for og i samarbejde med den lokale virkelighed på skolerne og i kommunerne.

Vi vil gerne sende en stor tak til alle de lærere, naturfagskoordinatorer og ledere fra 11 kommuner, som har bidraget til dataindsamlingen på forskellig og ofte meget dedikeret vis. En særlig tak skal udgå til de 10 skoler, der takkede ja til at stille op til dybdegående fokusgruppeinterviews.

I arbejdet med at kvalificere rapportens afsæt og teoretiske forankring i naturfagsfaglig "state of the art" er NAFA's; Programme for Adaptable Models for

In-Service Science Teacher Training inddraget som faglige sparringspartnere. Her skal lyde en stor tak til henholdsvis; Steffen Elmoose, Jørgen Haagen Pedersen, Chunfang Zhou, Henrik Levinsen og Stine Mariegaard for deres sparring og bidrag.

Evalueringen er gennemført af Ph.d. og projektleder Signe Herbers Poulsen samt Ph.d. og lektor i forandringsledelse Christina Dahl Madsen, der begge er ansat i VIAs efter- og videreuddannelse og er specialiseret i udvikling af samt forskning i efter- og videreuddannelsesdesigns til fagprofessionelle i grundskole og dagtilbud.



På vegne af VIA University College,
Susanne Søndergaard Hansen
Vicedirektør
VIAs Efter- og videreuddannelse



Indhold

1	OPSAMLING OG ANBEFALINGER	6
2	INDLEDNING	9
2.1	Formål	9
2.2	Læsevejledning	9
3	BAGGRUND	10
3.1	Om Engineering i Skolen	10
3.2	Kompetenceudviklingsmodeller	10
4	METODE	14
4.1	Spørgeskema	14
4.2	Interview	15
5	LÆRERNES OPLEVELSER AF KOMPETENCEUDVIKLINGSFORLØBET	16
5.1	Kompetenceudviklingsforløbets indhold og opbygning	16
5.2	Engineering-metoden og undervisningsforløb	18
5.3	Implementering og forankring	23
6	SAMMENLIGNING AF KOMPETENCEUDVIKLINGSMODELLER	28
6.1	Kortere kompetenceudviklingsforløb og mere gennemarbejdede materialer	28
6.2	Længden på kompetenceudviklingsforløbet og de kontekstuelle lokale faktorer	29
6.3	Ledelsesopbakning og fokus på naturfaglige netværk og læringsfællesskaber	31
7	ANBEFALINGER	32
7.1	Anbefalinger til kompetenceudviklingsforløbet i og omkring undervisningsrummet	32
7.2	Anbefalinger til implementering og forankring af nye EiS-forløb	34
8	REFERENCER	36
9	BILAG	38

1 Opsamling og anbefalinger

Engineering i Skolen (EiS) er et 10-årigt program, der har til formål at gøre undervisningen i de naturvidenskabelige fag mere motiverende, vedkommende og udbytterig for eleverne i grundskolen. På lang sigt er hensigten at fremme børn og unges naturfaglige kompetencer og interesser samt øge søgningen til de naturvidenskabelige uddannelser. Projektejer har i perioden 2020-2023 været Engineer the Future i et partnerskab med Københavns Professionshøjskole, VIA University College og Astra og med finansiering af Villum Fonden.

VIA University College har gennemført en evaluering af de forskellige kompetenceudviklingsforløb, der er blevet afholdt for primært naturfagslærere i grundskolen som en del af Engineering i Skolen. Dette afsnit indeholder en opsamling af evalueringens formål, metode, hovedkonklusioner og anbefalinger.

Formålet med evalueringen var at undersøge lærere og skolelederes oplevelser og erfaringer med kompetenceudviklingsforløbene i EiS, sammenligne erfaringerne fra de forskellige modeller og udvikle vidensbaserede anbefalinger til bæredygtige kompetenceudviklingsdesigns, som Engineering the Future kan anvende i udviklingen af fremtidige kompetenceudviklingsmodeller.

Evalueringen fokuserer på kompetenceudviklingsforløb i perioden fra 2020-2022 – også kaldet EiS2. I denne periode har seks kommuner gennemført et 3-årigt forløb og syv kommuner har afprøvet to kortere modeller. I evalueringen skelnes der derfor mellem tre modeller: et 3-årigt forløb, et 1-årigt forløb og et ½-årigt forløb.

Evalueringens design består af en kombination af en spørgeskemaundersøgelse og gruppeinterviews. Spørgeskemaundersøgelsen (N=139) bidrager med viden fra en bred gruppe af lærere og skoleledere om deres oplevelser af kompetenceudviklingsforløbet samt status på forankringen af engineering-undervisningen på skolerne. Interview med lærere, konsulenter og

ledere (N=23) fra 10 skoler fordelt på syv kommuner bidrager med en mere dybdegående forståelse af deltagernes erfaringer og undersøger temaer og tendenser fra spørgeskemaet i dybden. Samtidigt giver interviewundersøgelsen et indblik i forskelle og ligheder mellem de forskellige kompetenceudviklingsforløb.

HOVEDRESULTATER

Indhold og opbygning af kompetenceudviklingsforløbene: Der er overordnet stor tilfredshed med kompetenceudviklingsforløbenes didaktiske stilladsering, det faglige indhold og sammensætningen af de forskellige workshop-aktiviteter. Den praktiske afprøvning og tid til planlægning af egen undervisning på de afholdte workshopdage fremhæves positivt. Det samme gælder fagteamsamarbejdet med kolleger, der, ifølge lærerne, understøtter udviklingen af et fælles sprog med kolleger om engineering-didaktikken. Hertil kom lærerne med en række konkrete ønsker til videreudvikling af kompetenceudviklingsforløbene i forhold til indhold og opbygning:

- Et strategisk fokus på lokale tilpasninger af modellerne og deres sammenhæng og samspil med de eksisterende naturfaglige læringsmiljøer og projekter på skolen og i kommunen
- Opmærksomhed på karakteren og varetagelsen af sparring under og efter de afholdte workshops
- Opfølgning og fastholdelse af det etablerede naturfaglige læringsmiljø efter gennemført kompetenceudviklingsforløb
- Faglig inspiration til redigeringsopgaven og udviklingen af egne engineering-forløb.



Engineering-metoden og de færdige engineering-forløb: Det fremgår af evalueringen, at mange af de deltagende lærere allerede kendte til engineering-metoden, før de deltog i kompetenceudviklingsforløbet, men at de oplever både afholdte workshops og de færdige engineeringforløb som meningsfulde i forhold til deres undervisningspraksis:

- Den systematiske stilladsering som EiS-metoden tilbyder fremhæves som inspirerende og brugbar for lærerne i undervisningen.
- Materialekasserne er en god praktisk hjælp til at komme i gang med engineering-metoden og forløbene i klasserne.
- Engineering-metoden er en iterativ og fri proces, der fremmer læring uden korrekt facit, og hermed motiverer eleverne.
- Didaktikken virker inkluderende så mange forskellige elever deltager – også "de stille", "de kreative" og "dem, der har det bogligt svært".
- De færdige engineering-forløb er nemme at anvende og formidle til kolleger.
- I praksis plukker lærerne ofte i de færdige forløb for at få dem til at passe ind i den daglige undervisning.
- Flere efterspørger et fokus på matematik i forløbene, da de oplever, at "m"-et i STEM er fraværende.

- I praksis bruger lærerne og skolerne også engineering-metoden i andre fag end de naturfaglige og efterspørger forløb, der tager højde for dette samt tværfagligt samarbejde.

Implementering og forankring:

Engineering-metoden er for langt de flestes vedkommende implementeret i undervisningen hos de lærere og skoler, der deltog i evalueringen. Interviewene viser, at der er forskel på, hvordan der afholdes Engineering Day; over hvor lang en periode, samt om lærerne arbejder sammen med kolleger eller udelukkende praktiserer Engineering Day i egen undervisning.

Evalueringen viser også, at der er en række faktorer, der har indflydelse på implementering og forankring på skolerne:

- Ledelsens samt centrale naturfagskoordinatorers motivation, rolle og opbakning
- Fælles fokus og plan på skolen (Engineering Day som del af årshjul, engineering i undervisningsplanerne m.m.)
- Fysiske rammer og materialer (lokaler, materialekasser, budget til indkøb m.m.)
- Lærerteams og netværk internt samt på tværs af skoler
- Storytelling og succes historier (deles mellem lærerne, deres ledelser og på tværs af skoler)
- Lærernes tilgang og motivation (afspejler bl.a. oplevelsen af elevernes udbytte).

Sammenligning af kompetenceudviklingsmodeller

Evalueringen peger på, at der er sket en stor udvikling over tid i den samlede kompetenceudviklingspakke, der tilbydes lærerne. Desuden er forløbene i praksis blevet udmøntet forskelligt i kommunerne afhængigt af lokale vilkår og strukturer. Hertil kommer ledelser og lærernes varierende prioriteringer og forudsætninger for at indarbejde engineering-metoden i skolens årshjul og undervisningsplaner. De tre kompetenceudviklingsmodeller fremstår dermed i evalueringen ikke som statiske og klart afgrænsede modeller, hvilket begrænser muligheden for en skarp sammenligning af modellerne. I stedet er der foretaget en undersøgelse af udvikling af forløbet og betydningsfulde faktorer for implementering og forankring af engineering-metoden, der fremhæves på tværs af alle informanter fra de forskellige kompetenceudviklingsmodeller.

Evalueringen viser, at den investerede tid i implementering, forankring, prioritering af naturfaglig netværksdannelse og fagteamkultur lader til at være mere vigtige for bæredygtigheden end længden på det individuelle kompetenceudviklingsforløb.

De nye og kortere forløb, hvor kompetenceudviklingsmodellen på den enkelte skole begrænses til 1 eller ½ års varighed har gennemgået flere kvalificerings- og justeringsprocesser både på design og materialeindhold. Der kan ikke identificere



res væsentlige forskelle i tilfredsheden blandt lærerne, der har deltaget i de forskellige kompetenceudviklingsmodeller. Dette kan relateres til:

- En positiv løbende justering af indholdet på workshopdagene fra et teoretisk til et mere praksisnært fokus på de afholdte workshops
- Et opdateret udbud af færdige engineering-forløb til flere niveauer og klassetrin (inkl. hjemmeside af høj kvalitet)
- Et tilbud om materialekasser som praktisk hjælp til at komme i gang.

Muligheden for sparring og supervision fra erfarne læreruddannere, vejledere eller erfarne kolleger samt fælles afprøvninger og gentagelser af de konkrete engineering-forløb fremhæves som vigtige. I de nye kompetenceudviklingsmodeller varetages denne sparringsfunktion hovedsageligt af lokale ressourcepersoner som naturfagskoordinatorer eller stærke kulturbærende vejlederprofiler, hvor læreruddannere varetog sparringelementet i de første år af projektets levetid.

ANBEFALINGER

På baggrund af evalueringen samt aktuel forskning i kompetenceudvikling til naturfagslærere i grundskolen afsluttes rapporten med en række anbefalinger til at fremtidige bæredygtige kompetenceudviklingsforløb:

I forhold til **kompetenceudviklingsforløb i og omkring undervisningsrummet** anbefales det, at følgende fastholdes og forstærkes:

- Tid til afprøvning og redigering på workshops
- Fælles sprog og begreber om engineering-didaktikken, der understøtter den naturfaglige kultur
- Sparring og vejledning tæt på praksis
- Engineering-metodens indflydelse på elevernes udbytte
- Brug og udbredelse af materialekasser.

Hertil anbefales det at følgende justeres og tilpasses:

- De færdige engineering-forløb: Estimering af tid og kortere forløb
- Understøtte tværfagligt samarbejde og andre fag
- Øge fokus på matematik
- Understøtte, at lærerne kan lære at udvikle egne engineering-forløb.

I forhold til **implementering og forankring af kompetenceudviklingsforløb** anbefales det, at følgende fastholdes og forstærkes:

- Engineering Day og arbejdet med en fælles folkeskolefortælling
- Revitalisering – løbende opdateringer og information om hjemmesiden
- Strategisk arbejde med lokalt tilpassede kompetenceudviklingsmodeller.

Hertil anbefales det, at følgende justeres og tilpasses:

- Tid til forankring – et fokus på de rette strukturelle rammebetingelser
- Inspiration og booster-aktiviteter
- Synergi i forhold til andre projekter.

2 Indledning

Der har de seneste år været stort politisk fokus på at udvikle naturfagene i folkeskolen med et særligt ønske om at fremme STEM-fagene (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Ambitionen er at styrke elevernes interesse og motivation for de naturfaglige områder og understøtte, at flere unge vælger en naturvidenskabelig uddannelse senere i livet.

Mange kommuner arbejder på at implementere forskellige STEM-strategier på skolerne, og på nationalt plan blev i 2018 udviklet en særlig naturvidenskabelig strategi for grundskolen og ungdomsuddannelserne af den daværende VLAK-regering (Børne- og Undervisningsministeriet, 2018). For at lykkes med de politiske strategier og visioner beskriver særligt Københavns Professionshøjskole og Rambølls rapport fra 2019, hvorledes det er afgørende med målrettede og løbende kompetenceløft af naturfagslærerne i grundskolen. Dette med henblik på at understøtte deres didaktiske og fagfaglige udvikling (Rambøll, 2019).

Engineering i Skolen (EiS) er et projekt der har til formål at integrere engineering som didaktisk praksis i undervisningen i folkeskolen. Projektet tilbyder kompetenceudvikling til lærerne og understøtter på flere forskellige måder implementering af engineering i lærernes daglige undervisning. Projektet blev igangsat i 2017 og har løbende udviklet sine aktiviteter. Disse aktiviteter kommer til udtryk i tre afprøvede modeller for kompetenceudvikling af lærerne. Erfaringerne fra kompetenceudviklingsforløbene er omdrejningspunktet for denne evaluering.

2.1. Formål

Formålet med evalueringen er at evaluere de tre kompetenceudviklingsmodeller anvendt til at understøtte implementering af Engineering i Skolen (EiS). Evalueringen har følgende delformål:

- 1) At undersøge læreres og skolelederes oplevede udbytte af kompetenceudviklingsforløb i EiS
- 2) At sammenligne erfaringer fra de tre kompetenceudviklingsmodeller
- 3) At udvikle vidensbaserede anbefalinger til bæredygtige kompetenceudviklingsmodeller til fremtidige EiS-kommunesamarbejder.

Evalueringen fokuserer på kompetenceudviklingsforløb i perioden fra 2020-2022 – også kaldet EiS2. I denne periode har seks kommuner gennemført et 3-årigt forløb og syv kommuner har afprøvet to kortere modeller. I evalueringen skelnes der derfor mellem tre modeller: et 3-årigt forløb, et 1-årigt forløb og et ½-årigt forløb (se afsnit 3).

2.2. Læsevejledning

I de kommende afsnit i rapporten præsenteres grundlaget for evalueringen samt resultater og anbefalinger. Afsnit 3 er et baggrundsafsnit, der beskriver formålet med projektet Engineering i Skolen og den anvendte engineering-metode, som er fundamentet i kompetenceudvik-

lings-forløbene (3.1). Hertil præsenteres de tre kompetenceudviklingsmodeller, som har været udbudt i Engineering i Skolen: Den 3-årige, 1-årige og ½-årige model (3.2). Afsnit 4 redegør for evalueringens design og metode for evalueringen i form af en spørgeskemaundersøgelse blandt lærere og skoleledere (4.1) og en række gruppeinterview med lærere, naturfagskonsulenter og ledere (4.2).

I afsnit 5 præsenteres lærernes oplevelser af kompetenceudviklingsforløbene (delformål 1) inddelt i tre hovedafsnit, der dækker kompetenceudviklingsforløbets indhold og opbygning (5.1), engineering-metoden og de færdige engineering-forløb (5.2) samt implementering og forankring (5.3). Afsnit 6 sammenligner de tre kompetenceudviklingsmodeller (delformål 2) opdelt i tre afsnit: Kortere kompetenceudviklingsforløb og mere gennemarbejdet materialer (6.1), Længden på kompetenceudviklingsforløbet og de kontekstuelle lokale faktorer (6.2) samt Ledelsesopbakning og fokus på naturfaglige netværk og læringsfællesskaber (6.3). I afsnit 7 omsættes indsigter fra resultaterne til en række anbefalinger (delformål 3). 7.1 omfatter anbefalinger i forhold til kompetenceudviklingsforløbet i og omkring undervisningsrummet. 7.2 omfatter anbefalinger i forhold til implementering og forankring af kompetenceudviklingsforløb.

3 Baggrund

Dette afsnit giver en kort introduktion til projektet Engineering i Skolen og engineering-metoden, som er omdrejningspunktet for kompetenceudviklingen, der udbydes til lærerne (3.1). Efterfølgende præsenteres de tre kompetenceudviklingsmodeller, der har været anvendt i projektet, og som denne evaluering adresserer (3.2).

3.1. Om Engineering i skolen

Engineering i Skolen har til formål at integrere engineering-didaktik i undervisningen i folkeskolen og dermed øge elevernes interesse og motivation for naturfag – og STEM-fagene¹ i det hele taget. På lang sigt er det hensigten at fremme børn og unges naturfaglige kompetencer og interesser og øge søgningen til STEM-uddannelser.

Projektet indeholder forskellige indsatser, der tilbyder kompetenceudvikling til lærerne i engineering-didaktik og understøtter implementeringen af engineering i deres undervisning. Som en del af dette afholdes en årlig Engineering Day, hvor der hvert år udbydes nye engineering-forløb til forskellige klassetrin i folkeskolen².

Grundtanken i projektet er at udbrede en dansk engineering-didaktik ved hjælp af en metode (designproces), hvor eleverne skal udvikle deres egne konkrete bud på løsninger på autentiske problemstillinger. Engineering-metoden består af en designproces med syv delprocesser, der er inspireret af ingeniørernes måde at arbejde på, samt af arbejdet med de fire naturfaglige kompetencer – undersøgelse, modellering, kommunikation og perspektivering (se figur 1):

Forstå udfordringen: Læreren introducerer problemfeltet, og gennem aktiviteter afgrænses udfordringen. Elevgrupper og lærere bliver enige om mål og rammer for det kommende arbejde. Grupperne drøfter deres egen forståelse af udfordringen.

Undersøge: Elevgrupperne kortlægger relevant viden, de får brug for. De skaffer og tilegner sig viden.

Få ideer: Elevgrupperne udvikler, forhandler og vælger ideer, som de vil arbejde videre med.

Konkretisere: Elevgrupperne konkretiserer, skitserer og vælger materialer til den konkrete ide. De planlægger det videre arbejde og fordeler opgaverne.

Konstruere: Elevgrupperne virkeliggør deres ide ved at fremstille en prototype med valgte materialer og redskaber.

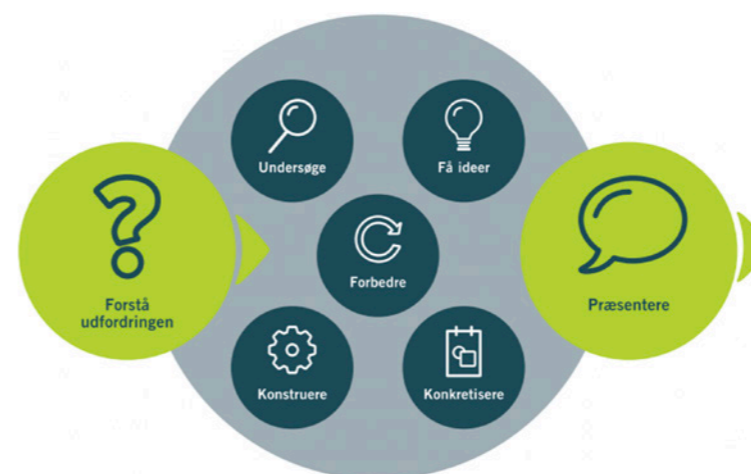
Forbedre: Elevgrupperne tester, evaluerer og forbedrer prototypen. Dette medfører ofte, at elevgrupperne må tilbage og gentage tidligere delprocesser; fx ideudvikling eller måske indsamling af mere viden gennem undersøgelser.

Præsentere: Elevgrupperne præsenterer løsninger, overvejelser om designprocessen og valg truffet undervejs.

Der er tale om en iterativ proces, hvor de fem delprocesser i midten kan have forskellig rækkefølge og gentages efter behov (Sillasen & Sørensen, 2022).

3.2. Kompetenceudviklingsmodeller

Der er udbudt forskellige modeller for kompetenceudviklingsforløb til de kommuner, som har deltaget i Engineering i Skolen. I den første fase af projektet kaldet EiS1 (2017-2019) blev der gennemført en 3-årig kompetenceudviklingsmodel for fire kommuner (Lyngby-Taarbæk, Holstebro, Horsens og Vejle). Det 3-årige forløb blev videreført i EiS2 (2020-2022) i seks nye kommuner samtidigt med, at man udviklede kortere modeller til syv andre kommuner (se kommuner nedenfor). Det er kompetenceudviklingsforløbene anvendt i EiS2, der er undersøgt i denne evaluering. Her skelnes mellem tre forløb:



Figur 1: Engineering-metoden som anvendes i kompetenceudviklingen i Engineering i Skolen. Metoden består af syv delprocesser. (Kilde: Sillasen & Sørensen, 2022)

Kompetenceudviklingsmodel

Begrebet henviser til kompetenceudvikling af lærere inspireret af Quest-modellen. Quest-modellen er kompetenceudvikling baseret på skolernes fagteams, hvor kurser inddrager lærernes egen undervisningspraksis og samarbejdet i fagteam og netværk. (Mogensen, Nielsen og Sillasen 2015, Nielsen 2017).

3-årig model: Lærerne er blevet tilbudt et kompetenceudviklingsforløb med fire workshop og to praksisafprøvningsforløb over en 1-årig periode (figur 2). Disse forløb blev gennemført tre gange, og skolerne valgte selv, hvilke lærere der skulle afsted. Praksisafprøvningsforløbet blev understøttet af observationer og aktionslæring faciliteret af undervisere fra regionale professionshøjskoler. Der var som udgangspunkt ikke planlagt online aktiviteter, men grundet COVID-19 nedlukninger blev nogle aktiviteter gennemført online. Hertil blev der gennemført et forløb for lederne varetaget af Astra.

Følgende kommuner har deltaget i et 3-årigt forløb som en del af EiS2: Ishøj, Jammerbugt, Vejen, Skanderborg, Ringkøbing-Skjern og Svendborg. Disse kommuner omtales i rapporten som "primærkommuner".

1-årig model: Lærerne er blevet tilbudt et kompetenceudviklingsforløb, der består af følgende aktiviteter: online opstartsmøde, workshop for lærerne, fælles online sparring, praksisafprøvningsforløb af Engineering Day, fysisk workshop i kommunen for skolernes naturfagsteams, fælles online sparring for deltagere i workshop, praksisafprøvningsforløb samt en online forankringsworkshop (figur 3). I forløbet deltog samtidigt en kommunal naturfagskoordinator, der er forankret i et naturfagsteam eller lignende fagligt læringsfællesskab.

Følgende kommuner har deltaget i et 1-årigt forløb i EiS2: Sønderborg og Aalborg Kommune.

1/2-årig model: Lærerne er blevet tilbudt et 1/2-årigt kompetenceudviklingsforløb bestående af følgende aktiviteter: workshop, fælles online sparring, praksisafprøvningsforløb af Engineering Day samt et online forankringsmøde senest seks uger efter Engineering Day (figur 4). I alle aktiviteter deltager en ressourceperson i naturfag fra hver af de deltagende skoler samt en kommunal koordinator.

Følgende kommuner har deltaget i et 1/2-årigt forløb i EiS2: Rebild, Esbjerg, Odense, Hvidovre og Brønderslev.

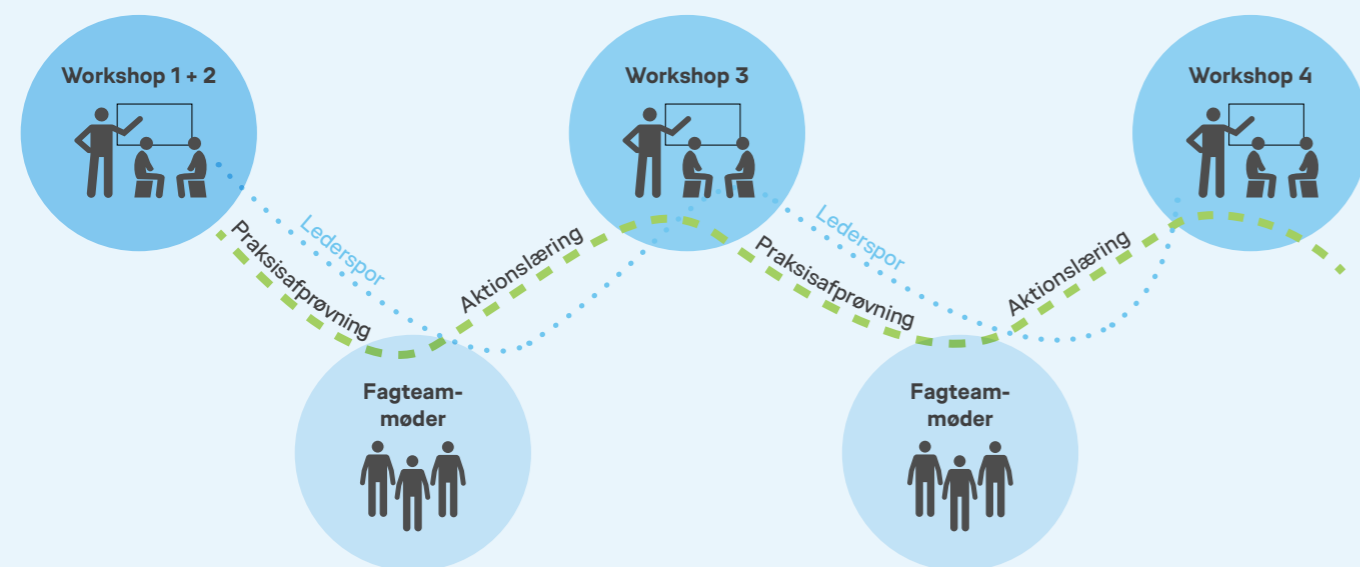
I alle tre kompetenceudviklingsforløb har lærerne deltaget i minimum en fælles workshop med efterfølgende sparring fra underviser. I den 3-årige og 1-årige model blev der afholdt flere workshops og praksisafprøvningsforløb. I den 1-årige og 1/2-årige model indgår der online sparring, og forløbene afsluttes med et online forankringsmøde.

¹ STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics

² Materialet er tilgængeligt på hjemmesiden engineeringiskolen.dk, hvor der også er andre færdige engineering-forløb og ressourcer, som lærerne kan anvende i deres undervisning.

3-årig kompetenceudviklingsmodel*

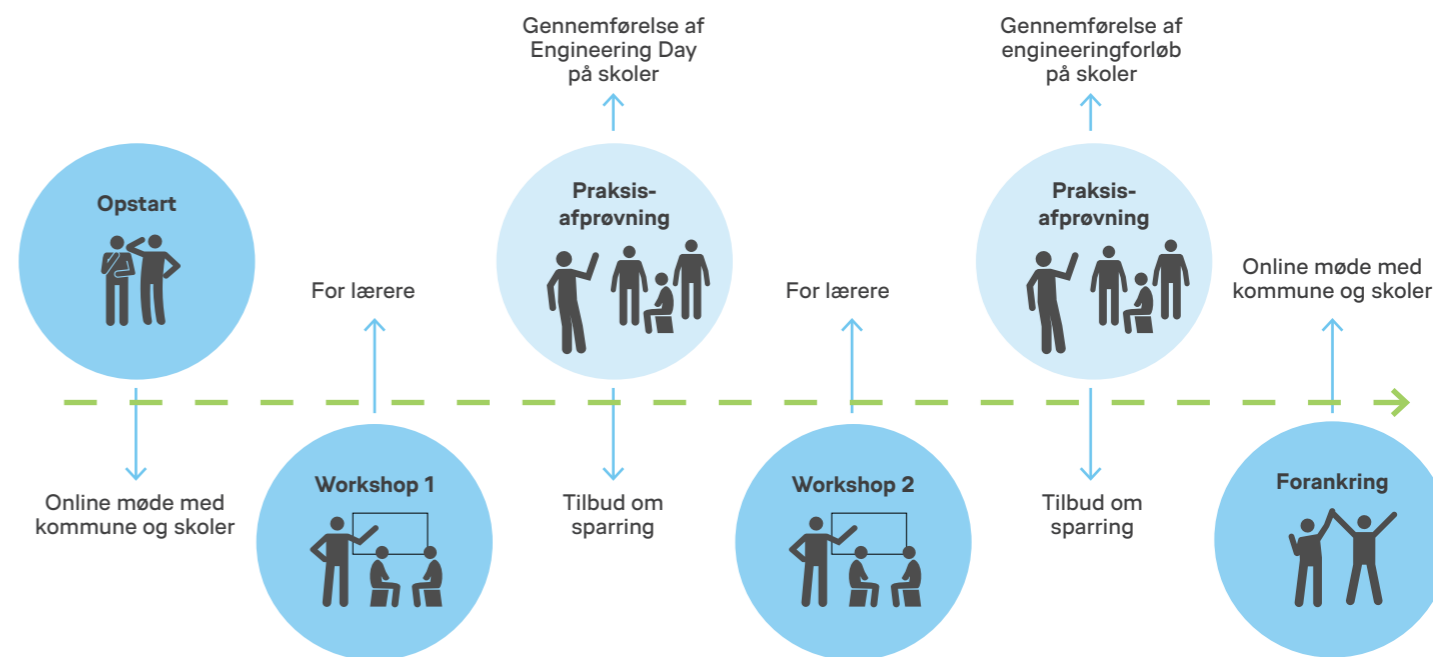
Inkl. koordinering ml. kommunal koordinator, skolens ledelse, fagteam m.fl.
*3-årig for skolens lærere, men for den enkelte lærer opleves den som 1-årig



Figur 2: 3-årig kompetenceudviklingsmodel.
1-årig forløb der gentages tre gange.
Kilde: Engineering i skolen.
Projektansøgning til Villum Fonden 2019.

3-årig: (Lærertimer per år)
Workshops: 28 timer
Planlægning og evaluering ifm. praksisafprøvninger: 10-20 timer
Fagteammøder og aktionslæring: 10 timer
I alt: ca. 50 timer

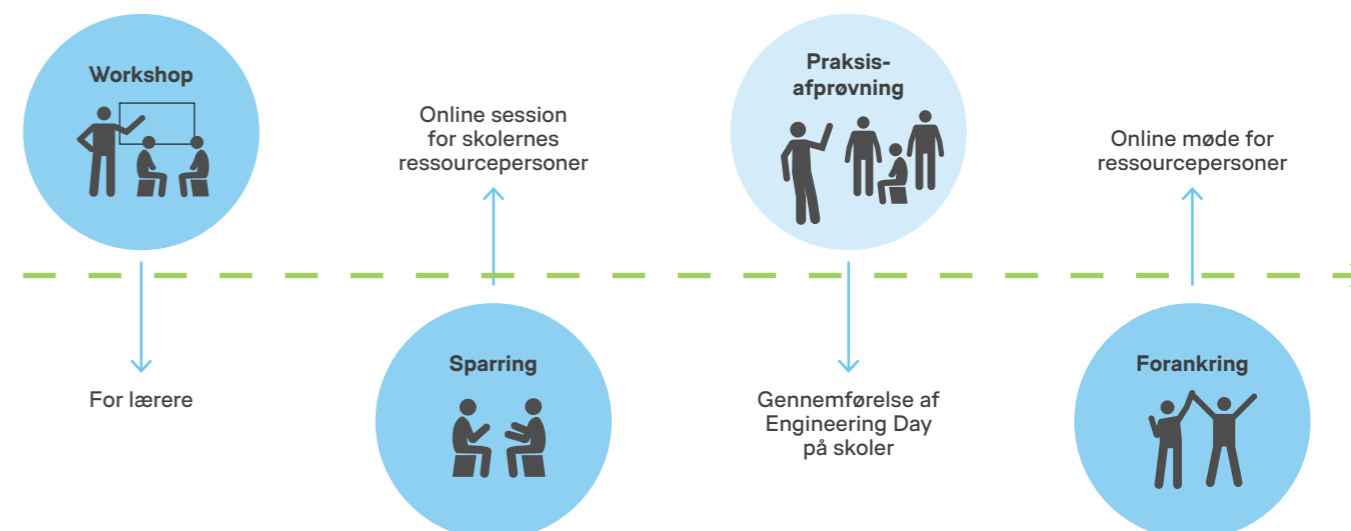
1-årig kompetenceudviklingsmodel



Figur 3: 1-årig kompetenceudviklingsmodel.
(Kilde: Kompetenceudvikling i Engineering 2022/2023, Engineering i skolen)

1-årig: (Lærertimer per år)
Workshops og møder: 15 timer
Planlægning og evaluering ifm. praksisafprøvninger: 5-10 timer
Mulighed for online sparring: 3 timer
I alt: ca. 30 timer

1/2-årig kompetenceudviklingsmodel



Figur 4: 1/2-årig kompetenceudviklingsmodel
(Kilde: Kompetenceudvikling i Engineering 2022/2023, Engineering i skolen)

1/2-årig: (Lærertimer per år)
Workshops og møder: 7 timer
Planlægning og evaluering ifm. praksisafprøvninger: 3-5 timer
Mulighed for online sparring: 1-2 timer
I alt: ca. 15 timer

4 Metode

Dette afsnit præsenterer evalueringsdesign og metode for evalueringen af kompetenceudviklingsforløb i Engineering i skolen. Der blev gennemført henholdsvis en spørgeskemaundersøgelse (4.1) og en række gruppeinterview med lærere, naturfagskonsulenter og skoleledere (4.2).

Evalueringens design tog afsæt i transferforskning (Wahlgren, 2009; Nielsen & Ry, 2002) samt i organisatorisk læringsteori (Leavitt, 1965) og blev gennemført som en kombineret målopfyldelses- og virkningsevaluering (Dahler-Larsen, 2018). En målopfyldelsesevaluering kan generere solid viden om graden af overensstemmelse mellem succeskriterier og udbytte. Til denne anvendte vi en opdateret forandringsteori (se bilag). Virkningsevalueringen stiller skarpt på, hvad det konkret er i kompetenceudviklingsforløbene, der har betydning for lærerne og skolerne, samt hvilke muligheder og udfordringer der er i forhold til implementering i den daglige pædagogiske praksis. Som tilgang anvendte vi mixed-methods (Creswell & Clark, 2017) til at indsamle både kvantitative og kvalitative data om kompetenceudviklingsforløbene med en kombination af henholdsvis en spørgeskemaundersøgelse og gruppeinterviews.

4.1. Spørgeskema

Formålet med spørgeskemaundersøgelsen var at indsamle viden om en bred gruppe af lærere og skolelederes oplevelser af udbyttet af kompetenceudviklingsforløbene samt at få et indblik i forankringen af engineering-undervisningen på skolerne. Hertil var det hensigten at anvende spørgeskemaundersøgelsen til at sammenligne de forskellige kompetenceudviklingsforløb med henblik på at undersøge forskelle og ligheder i deres erfaringer og oplevelser; f.eks. i forhold til forankring af engineering på deres skole.

Samtidig skulle spørgeskemaundersøgelsen give input til opfølgende interview foretaget med henblik på at få en dybere forståelse af forskellige tendenser og temaer. Indholdsmæssigt fokuserede spørgeskemaet på følgende temaer:

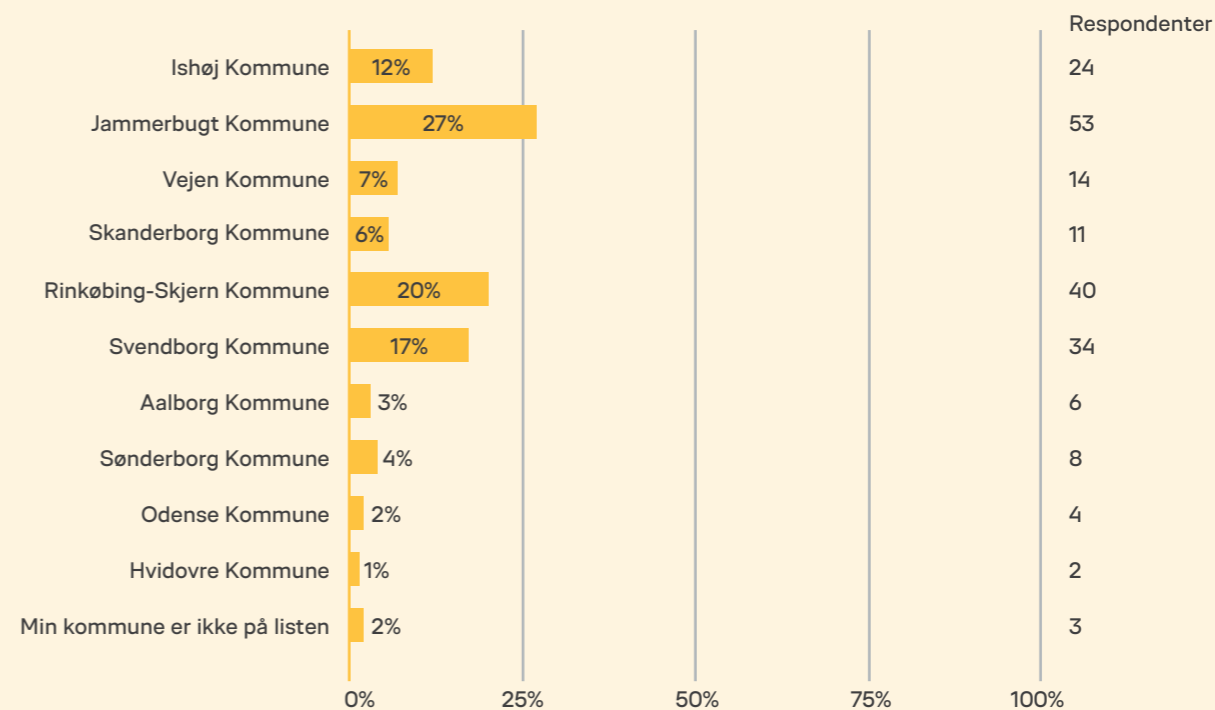
- Baggrundsspørgsmål
- Oplevelse og udbytte af kompetenceudviklingsforløbet
- Kompetenceudviklingens betydning for lærernes praksis
- Vilkår og rammer for engineering i undervisningen på skolen
- Input til videreudvikling af kompetenceudviklingen

Spørgeskemaet blev gennemført online i februar og marts 2023 ved hjælp af survey-programmet SurveyXact. Det var muligt at udsende link til spørgeskemaet direkte til e-mailadresser for lærere og skoleledere fra de kommuner, der havde deltaget i det 3-årige forløb (primærkommunerne). Kontakt til lærere og skoleledere i øvrige kommuner krævede videreformidling gennem kommunens konsulenter. Grundet manglende kontakter i Brønderslev Kommune blev denne kommune ikke medtaget i evalueringen.

Spørgeskemaet blev i alt distribueret til 251 unikke respondenter. Heraf gennemførte 139 respondenter spørgeskemaet helt, 50 gennemførte delvist, og 7 faldt fra. Det giver en svarprocent på 55, men da nogle lærere og skoleledere fik tilsendt linket via en fællesmail eller

opslag på AULA, er det ikke muligt at beregne helt præcist. Det er i overvejende grad primærkommunerne, der har besvaret spørgeskemaet (se figur 5). Blandt deltagere i de korte modeller har 11 deltagere gennemført hele spørgeskemaet, og 9 har svaret delvist. I kommunikationen med konsulenter og lærere blev der peget på en generel evalueringstræthed blandt lærerne, samt at de tidligere har deltaget i evalueringer i forbindelse Engineering i Skolen-projektet. For at øge validiteten af evalueringen blev der gennemført flere dybdegående interview med lærere fra kommuner med de korte kompetenceudviklingsforløb. Disse blev også anvendt til at undersøge eventuelle forskellige erfaringer mellem de forskellige kompetenceudviklingsforløb.

Hvilken kommune er du ansat i?



Figur 5: Fordeling af besvarelser på kommuner, spørgeskemaundersøgelse 2023

4.2. Interview

Formålet med interviewundersøgelsen var at få en dybdegående forståelse af lærernes oplevede udbytte af kompetenceudviklingsforløbet. Hertil var der et særligt fokus på at undersøge status på forankringen af engineering-metoden i undervisningen samt hvilke faktorer, der har betydning for implementeringen. Interviewene tog udgangspunkt i en semistruktureret interviewguide med de samme overordnede temaer som spørgeskemaundersøgelsen suppleret af resultater fra denne (se bilag).

Der blev i alt gennemført ni gruppeinterview med 23 lærere, kommunekonsulenter og ledere (se bilag). Heraf var fem interview med interviewpersoner fra kommuner med den 3-årige model og fire interview med kommuner med den 1-årige og ½-årige model. Interviewpersonerne kom fra 10 forskellige skoler i syv forskellige kommuner. Interviewpersonerne var primært en blanding af erfarne og mindre erfarne lærere i de naturfaglige fag. Halvdelen er naturfaglige koordinatører eller

ressourcepersoner på deres skoler. Fire af interviewpersonerne har særlige konsulentopgaver i deres kommune i forhold til at fremme den naturfaglige undervisning. Interviewene blev gennemført fra marts til april 2023, og interviewpersonerne blev rekrutteret gennem opsøgende kontakt til kommunekonsulenter, skoleledere og netværk. Der deltog kun to ledere i interviewene, og derfor er deres perspektiv mindre belyst end lærernes.

Interviewene blev efterfølgende transkriberet, og der blev foretaget en tematisk analyse af det samlede materiale. Til at understøtte analyseprocessen blev interviewene kodet i relevante temaer gennem det kvalitative software analyseprogram NVivo 14. Kodningsprocessen var som udgangspunkt deduktiv, men blev suppleret med nye kodekategorier undervejs i kodeprocessen (induktiv kodning). Der blev dermed i første omgang kodet ud fra de temaer, der fremgik af interviewguiden for at sortere interviewpersonernes beskrivelser af opstarten på forløbet, dele af kompetenceforløbet som de

havde deltaget i, deres oplevelser af de forskellige aktiviteter i forløbet, udbytte i forhold til deres praksis samt beskrivelser af implementering og forankring af engineering-metoden i deres undervisning og på skolen. Eksempelvis blev der kodet ud fra de forskellige aktivitetstyper i kompetenceudvikling som "workshop", "sparing" og "Engineering Day" samt "kompetenceudviklingsmodel" med henblik på at sammenligne. Hertil blev tilføjet en række nye koder og temaer i løbet af analyseprocessen i takt med, at mønstre og tendenser blev identificeret. Et eksempel på disse er koden "fælles sprog med kolleger", der henviser til beskrivelser af, hvordan kompetenceudviklingsforløbet og engineering-metoden giver lærerne et fælles sprog og referenceramme. Et andet eksempel er koden "storytelling og succes historier", der omhandler betydningen af succes historier om forløbet og metoden i undervisningen for udbredelse og forankring på skolen.

5 Lærernes oplevelse af kompetenceudviklingsforløbet

Dette afsnit præsenterer analysen af lærere og skolelederes oplevelser af kompetenceudviklingsforløb i Engineering i Skolen (delformål 1). 5.1 beskriver indsigter i forhold til indhold og opbygning af kompetenceudviklingsforløbet. 5.2 fokuserer på engineering-metoden og de færdige undervisningsforløb, og 5.3 redegør for beskrivelser af faktorer, der har indflydelse på implementering og forankring.

5.1. Kompetenceudviklingsforløbets indhold og opbygning

Evalueringen viser lærernes oplevelser af kompetenceudviklingsforløbets indhold og opbygning (se aktivitetstyper i afsnit 3.2). Hovedindsigter er sammenfattet i boksen til højre samt uddybet i de efterfølgende afsnit.

Hovedindsigter

Overordnet er der stor tilfredshed med kompetenceudviklingsforløbenes aktiviteter og den måde aktiviteterne er sammensat.

Følgende fremhæves positivt:

- Praktisk afprøvning og tid til planlægning
- Samarbejde med kolleger og få et fælles sprog om engineering-didaktikken

Ønsker til videreudvikling af forløbet: Forventningsafstemning inden workshopdeltagelse, sparringsmuligheder efter workshop, opfølgning efter gennemført kompetenceudviklingsforløb samt blive klædt på til at lave egne forløb.

5.1.1. Praktisk afprøvning og tid til planlægning fremhæves positivt

Det fremhæves som positivt, at lærerne selv skal prøve et engineering-forløb i forbindelse med workshops. Dermed får lærerne selv mulighed for at teste forløbet og udvikle prototyper, før de skal facilitere processen med eleverne i undervisningen. Af lærernes udsagn fremgår, at det var en både sjov, udfordrende og lærerig oplevelse.

IP1: Vi skulle sende besked fra en altan op til salen ovenover på altanen deroppe og skulle prøve at finde ud af, hvordan man kunne gøre det. Vi laver nogle raketter og kommer så til at lave huller i loftet.

IP2: Vi lavede et lille hul i loftet, men vi havde det sjovt. Det virkede.

IP1: Lige nøjagtig det at vi fik prøvet det, det var mega godt.

(To naturfagsvejledere)



40% svarer i spørgeskemaundersøgelsen, at de er "helt enig" i, at workshoppen var godt organiseret og veltilrettelagte, og 45% er "delvist enig". I forhold til om der var tilpas variation mellem det praktiske og teoretiske indhold, svarer 46% "helt enig" og 35% "delvist enig".

Koblingen mellem teori og praksis fremhæves som noget, der fungerer godt i både tekstbesvarelser i spørgeskemaundersøgelsen og i interview. Dette nuanceres dog af udsagn, der viser, at workshops i de første forløb var mere teoretiske med fokus på forskningsprojekter, hvilket blev oplevet som mindre relevante. Det tyder på, at der er sket en udvikling i disponeringen af indhold. Dette kan også skyldes variationen af undervisere i de forskellige kommuner og over tid.

En række lærere har deltaget i online workshops på grund af COVID-19, og det fremhæves som mindre optimalt. Flere valgte derfor at mødes med deres lærerteam, således at de kunne afprøve de praktiske øvelser sammen, mens de deltog online i fællesundervisningen.

5.1.2. Fælles sprog og samarbejde med kolleger

Samarbejdet med kolleger om engineering-didaktikken fremhæves som en styrke ved kompetenceudviklingsforløbet i spørgeskema og interview. Det gælder både muligheden for at arbejde sammen om at afprøve engineering-forløbet i et lærerteam ved workshoppen, at udveksle erfaringer med de andre deltagere samt det efterfølgende samarbejde i undervisningen. Flere lærere udtrykker desuden, at viden om engineering-didaktik har givet dem et fælles sprog med kolleger og en fælles model at samarbejde om og referere til.

Jeg har fået et fælles sprog med otte kolleger. Det der med, at vi på tværs af matrikler og skoler har fået et sprog. Også med kolleger fra andre skoler. Vi har fået en platform, hvor ordet EiS, og hele den tankegang kan diskuteres. Nu skal vi til Big Bang, og det er jo meget de samme mennesker. Så mødes vi kommunalt, og vi kan jo tale med mange af de mennesker, der er der. (Læringsvejleder)

På den anden side er der også nogle lærere, der oplever, at engagementet fra kolleger var mangelfuldt ved workshops. De beskriver, at nogle af de andre lærere ikke havde tid til at afprøve noget mellem workshop og den efterfølgende online sparring. I forlængelse heraf efterspørger de en klar forventningsafstemning inden deltagelse i kompetenceudviklingsforløbet, så der sikres engagement fra deltagere og opbakning fra lærernes ledelse.

5.1.3. Sparringsdelen samt opfølgning kan styrkes

Sparringen med lærerne efter workshops er foregået på forskellig vis i de forskellige kommuner. De lærere, der har deltaget i kompetenceudviklingsforløb i en tidlig fase af EiS-projektet, beretter i interviewene om besøg af undervisere på deres skoler og individuel sparring på deres konkrete undervisning. Hos andre foregik sparringen online via et fællesmøde med lærere fra andre skoler.

Flere af de lærere, der ikke modtog individuel sparring, efterspørger dette med henvisning til, at der opstår udfordringer, når man som lærer står med den praktiske implementering i undervisningen. Især i en situation hvor læreren er uerfaren i arbejdet med engineering-didaktik og anvendelsen af selve metoden, foreslås det, at det kan være gavnligt at kunne trække på en erfaren rådgiver. Nogle skoler har selv skabt en struktur for videndeling, hvor lærere der er mindre erfarne i at arbejde med engineering kan sparre og samarbejde med mere erfarne lærere. Disse erfarne lærere har nogle steder fået tildelt timer til at være ressourceperson eller innovationskonsulent.

Jeg tænker også helt sikkert noget mere rutine i det, men også det der med at have sådan en som Mads Joakims meget erfarne blik på de her processer, og hvordan kan man køre dem. En som har afprøvet det rigtig mange gange, og siger, hvis nu du skal gøre det i en første klasse, så kan du gøre det her. Altså have den der ekspertviden med sig. *(Teknologiforståelsesvejleder)*

Hertil viser interviewene, at flere lærere peger på et ønske om opfølgingsaktiviteter, efter de har været på kompetenceudviklingsforløb. Det omfatter yderligere inspiration til arbejdet med engineering i undervisningen samt mulighed for støtte og rådgivning. På denne måde kan de blive fastholdt i brugen af metoden og sikres fremtidig støtte og inspiration. Nogle lærere efterspørger, at de kan blive klædt på til at planlægge egne engineering-forløb i fremtiden.

Det der med at komme op og få genopfrisket og få ny inspiration. Det var der ikke meget af. Det kan godt være, at der er nogle der kommer derop og hjem og laver en masse ting. Men os der har været i det. Der er ikke meget opfølgning eller hjælp at hente efterfølgende. Det er et spørgeskema en gang om året, og ellers har det været tyndt med det. (..) Vi har kunne gøre noget internt, men det kommer an på, hvordan det forankres på skolen, og hvordan ledelsen tager imod det. Der har vi gjort nogle ting her, som har været udenfor projektet i forhold til at lave nogle dage. *(Vejleder i teknologiforståelse)*

Hovedindsigter

- Mange lærere kendte engineering-metoden i forvejen men fremhæver den systematiske stilladsering som inspirerende og brugbar i undervisningen.
- Materialekasserne er en god praktisk hjælp til at komme i gang i klasserne.
- Engineering-metoden beskrives som en iterativ og fri proces, der fremmer læring uden et korrekt facit.
- Didaktikken muliggør differentiering i forhold til eleveres forskellige læringsstile.
- De færdige engineering-forløb er lettilgængelige, men lærerne plukker ofte i dem for at få dem til at passe ind i den daglige undervisning.
- Lærerne efterspørger fokus på andre fagområder end naturfag – særligt matematik. I praksis arbejdes med metoden i mange andre fag og tværfagligt.

5.2. Engineering-metoden og undervisningsforløb

Evalueringen giver også input til selve engineering-didaktikken, som lærerne blev præsenteret for i kompetenceudviklingsforløbet samt i de færdige engineering-forløb, som bl.a. tilbydes i forbindelse med Engineering Day – og som er tilgængelige på hjemmesiden. Hovedindsigter er sammenfattet i nedenstående boks samt uddybet i de efterfølgende underafsnit.

5.2.1. Systematisk stilladsering og kreative materialer

Mange af lærerne kendte til engineering-metoden, inden de deltog i kompetenceudviklingsforløbet. De oplever ikke desto mindre, at forløbet inspirerede dem med en systematik og stilladsering, der er brugbar og overskuelig i forhold til den praktiske undervisning.

Engineering-metoden og hele den der design-proces, design-cirkel tankegang. De fleste af os kender den godt. Men her er den bare sat så meget ind i en kasse, fordi nu skal du lave den her opgave, og så skal du lave den her opgave. Det er bare stilladseret utroligt godt, og med de her materialekasser fra Engineering Day. *(Teknologiforståelsesvejleder)*

Arbejdet med de fysiske materialer i engineering-forløbet fremhæves også positivt i flere interview. I de kommuner, der blev tilbudt de kortere modeller, har lærerne fået en materialekasse til at understøtte forløbene. Materialekasserne har der været stor begejstring for, men flere bemærker dog, at kasserne ikke er tilstrækkelige, hvis man vil gennemføre forløbet i flere klasser. I nogle kommuner har der været en særlig lærer/konsulent, der har hjulpet med indkøb og sammensætning af kasser.

5.2.2. Fremmer læring uden korrekt facit og inkluderer mange elever

Engineering-forløbet tilbyder en metode og didaktik, der fremmer læring uden et korrekt facit. Det fremgår af flere udsagn fra interviewene i evalueringen. Lærerne oplever, at engineering-forløbet giver en ramme for læring, hvor eleverne kan arbejde selvstændigt med opgaver, og

hvor de har stor indflydelse på de endelige løsninger. Lærerne understreger, at didaktikken dermed adskiller fra en traditionel undervisningsform, hvor der typisk er korrekte og forkerte svar.

I forlængelse af ovenstående fremhæver flere lærere en oplevelse af, at engineering-didaktikken fremmer et inkluderende undervisningsrum, hvor flere elever kan deltage aktivt, motiveres og samarbejde med hinanden. Det gælder også de elever, som normalt er "de stille" eller dem, som "har det svært bogligt". Flere beskriver i denne forbindelse vigtigheden af, at lærerne også er bevidste om gruppedannelsen, og at nogle grupper fungerer bedre end andre. Hertil kommer en oplevelse af, at metoden kræver tilvæning for eleverne, og det derfor er hensigtsmæssigt, at eleverne bliver udsat for metoden flere gange i et skoleforløb.

5.2.3. Lettilgængelige forløb lærerne kan omsætte og redidaktisere

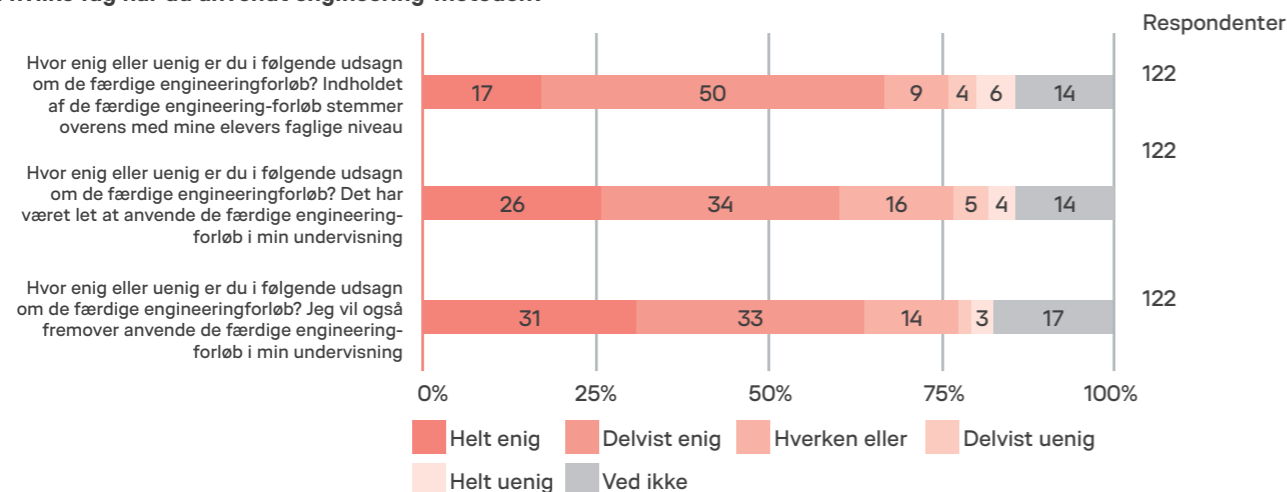
De færdige engineering-forløb opleves som nemme at gå til og overskuelige at bruge i undervisningen. Det gælder både i forhold til dias og øvelsesvejledninger. I spørgeskemaundersøgelsen svarer 60%, at de er helt enige (26%) eller delvist enige (34%) i, at det har været let at anvende de færdige engineering-forløb i undervisningen (figur 6). Flere lærere beskriver i interviews, at forløbene er lette at formidle til andre lærere på deres skoler – også selvom disse lærere ikke selv har deltaget i kompetenceudviklingsforløbet.

Det er vanvittigt lækkert og godt materiale, der er lavet. Det er jeg nødt til at sige. Jeg har kollegaer også, som overhovedet ikke arbejder med naturfag, som sagde til mig, at det er jo simpelthen er så fint og nemt at gå til. Du bliver jo taget i hånden fra det der slideshow, der ligger, følg den her øvelsesvejledning med eksempler på, hvordan elever kan lave det, og så den her lærervejledning. Det er bare helt perfekt, synes jeg. Mega godt. Det er det også er nødt til at være i dag, ellers så kan jeg ikke i mit team, når vi laver sådan en dag, sælge idéen til de andre, hvis ikke det er nemt at gå til. *(Naturfagslærer)*

I praksis plukker mange lærere i materialerne for at få dem til at passe til deres undervisning. Her fremhæves tid som vigtig årsag, og det at lærerne typisk ikke har en hel dag til rådighed til at gennemføre et engineering-forløb. Nogle lærere foretrækker ligefrem at dele forløbet op over en længere periode frem for at afvikle det på en enkelt dag. Tidsangivelsen på de færdige forløb på hjemmesiden beskrives af nogle som lidt for optimistiske. I den daglige undervisning opstår der ofte praktiske udfordringer, der gør, at lærere og elever ikke kan nå at gennemføre forløbet som estimeret på hjemmesiden.

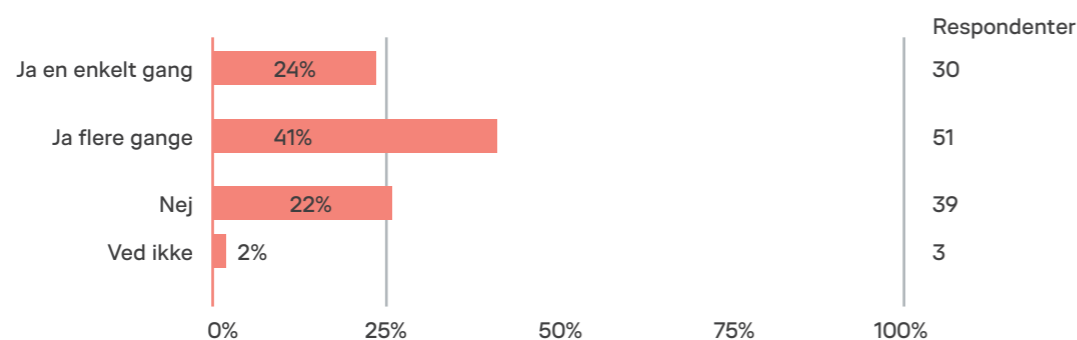
Jeg tænker, det er meget optimistisk at tro, at man når igennem. Også lidt synd i virkeligheden, at forsøge de ting, der ligger til en enkelt dag. Altså, så skal man virkelig skynde sig. Og man kommer til at skøjte hen over noget af det. Så det synes jeg egentlig er lidt ærgerligt at forsøge at nøjes med en enkelt dag på. *(Naturfagslærer)*

I hvilke fag har du anvendt engineering-metoden?



Figur 6: Spørgeskemaundersøgelse 2023

Har du foruden det fælles afprøvede engineering-forløb, der indgik, som del af kompetenceudviklingsdagene, anvendt hjemmesidens undervisningsmaterialer?(<https://engineerthefuture.dk/undervisning/engineering-i-skolen/>)



Figur 7: Spørgeskemaundersøgelse 2023

Det jeg godt kan lide ved engineering er, at man kan bruge det, uden at man skal lave hele pakken, og at det tager en hel dag. Man kan lave mindre aktiviteter, og så bliver det mere spiseligt og nemt at gå til i undervisningen. Nu har jeg to fysik-timer i ugen. Det er rart for mig, at jeg bruger den her dobbelt lektion. Så får vi prøvet noget af, hvor eleverne føler, at de kommer igennem mere end bare én proces.
(Naturfagslærer)

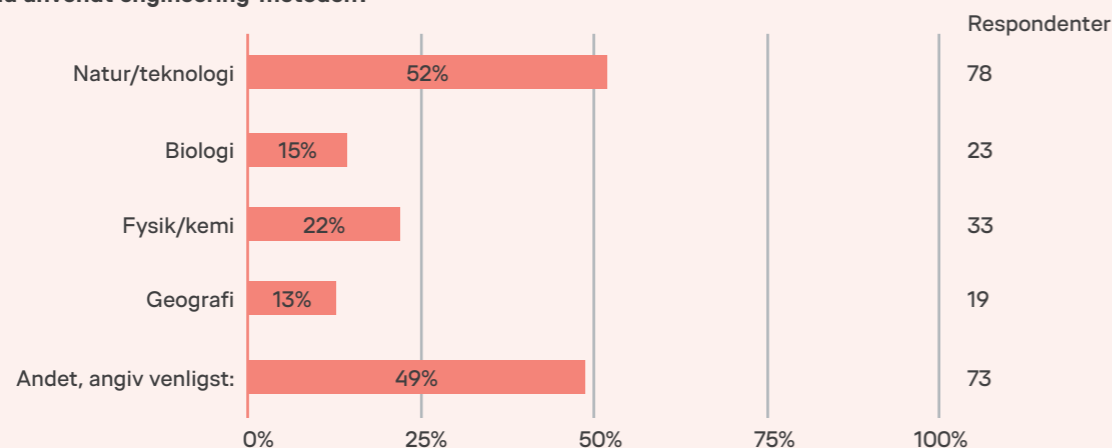
I forhold til hjemmesiden fremgår det af spørgeskemaundersøgelsen, at de fleste kender til hjemmesiden, men at en tredjedel ikke bruger hjemmesidens undervisningsmaterialer. To tredjedele (65%) angiver, at de har brugt forløb fra hjemmesiden flere gange (41%) eller en enkelt gang (24%). En tredjedel (32%) svarer "nej" til brug af forløb på hjemmesiden (figur 7). Af interviewene fremgår det, at de fleste kender til hjemmesiden, men at brugen varierer meget.

Problemstillingerne som de færdige engineering-forløb tager udgangspunkt i opleves overordnet som relevante, men nogle lærere beskriver forløb, som deres elever ikke kunne relatere sig til. Andre har oplevet, at forløbene var for svære og komplekse for deres elever.

En god opbygning og sådan meget overskueligt for os som lærere at gå til. Jeg oplever især i udskolingen, at de har svært ved at forholde sig til det hverdagsproblem (...) Det var selfie arm til telefonen, og det er jo ikke noget, de synes er et problem. Altså så det bliver sådan lidt søgt.
(Naturfagslærer)



I hvilke fag har du anvendt engineering-metoden?



Figur 8: Spørgeskemaundersøgelse 2023

5.2.4. Lærerne efterspørger fokus på andre fagområder – og mangler særligt m’et i STEM

Engineering-metoden henvender sig til naturfagsundervisning, men af evalueringen fremgår det, at lærerne i praksis bruger didaktikken i mange fag. I spørgeskemaundersøgelsen angiver næsten halvdelen af lærerne (49%), at de har anvendt engineering-metoden i andre fag end natur/teknologi, biologi, fysisk/kemi eller geografi (figur 8). De efterspørger i forlængelse heraf fokus på andre fagområder i det tilgængelige materiale og i kompetenceudviklingen.

Det er særligt faget matematik – m’et i STEM – som der efterspørges forløb til. I både spørgeskema og interview refereres der til skuffede oplevelser for matematiklærere ved deltagelse i kompetenceudviklingsforløbet, da de oplevede, at det mod forventning ikke var målrettet matematik.

Jeg synes ikke der er ret meget til matematik, og jeg kan forstå på dem som jeg skal hjælpe her om to-tre uger, de synes heller ikke de kan finde noget. Og de var så henne og kigge på det, de havde arbejdet med i deres forløb, det var jo så det her online forløb, og de står og ryster lidt på hovedet og siger, at det syntes de ikke rigtigt de kan finde. (...)

Ja, de kursister vi har haft afsted på kursus, de har fået en lidt dårlig oplevelse med det, fordi de mødte op til et kursus hvor der så ikke var forberedt noget til dem.
(Naturfagslærer og resourceperson)

Flere lærere fremhæver faget ”håndværk og design” som oplagt i forhold til engineering-metoden. I interview beskriver de, at de gennem håndværk og design kan arbejde med mere ”færdige” løsninger.

De oplever, at det er tilfredsstillende for eleverne at lave nogle mere færdige løsninger, så det hele ikke kun bliver pap-og-papir-prototyper.

Hertil kommer, at nogle skoler arbejder med engineering i forbindelse med tværfaglige temadage og projektopgaver. Derfor er det vigtigt for dem, at engineering-metoden ikke kun skaber associationer til naturfag, når de skal arbejde bredere og også have andre lærere med.

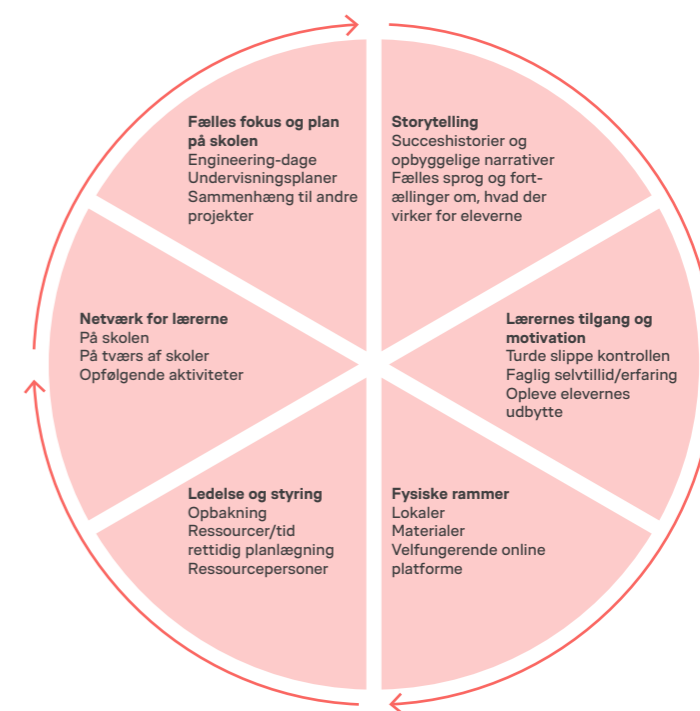
Det er ikke nogen hemmelighed, at vi har efterlyst noget, der breder sig lidt mere. Det vi bøvl er med hele tiden er at få vores ikke-naturfaglige lærere med på banen i forhold til at arbejde i det her felt. Det kan godt være, at de teoretisk kan forstå hvad rammen er, og hvad det går ud på og, at det ikke nødvendigvis er et naturfagligt produkt det handler om. Men de har svært ved at se noget af det, der har været årsagen til, at vi har valgt at omdøbe noget af det her arbejde. (...) Vi vil gerne tænke bredere designmæssigt i stedet for kun at kigge på naturfagsområdet.
(Skoleleder)

5.3. Implementering og forankring

Evalueringen viser også om engineering-metoden er blevet en integreret del af lærernes og skolernes praksis, samt hvad der er afgørende for implementering og forankring. Hovedindsigter er sammenfattet i boksen til højre og underafsnit. Hertil er implementeringsfaktorer illustreret i figur 9, som også forslås anvendt til at understøtte den indledende dialog med kommuner og skoler i forhold til fremtidige valg af kompetenceforløb (se afsnit 7).

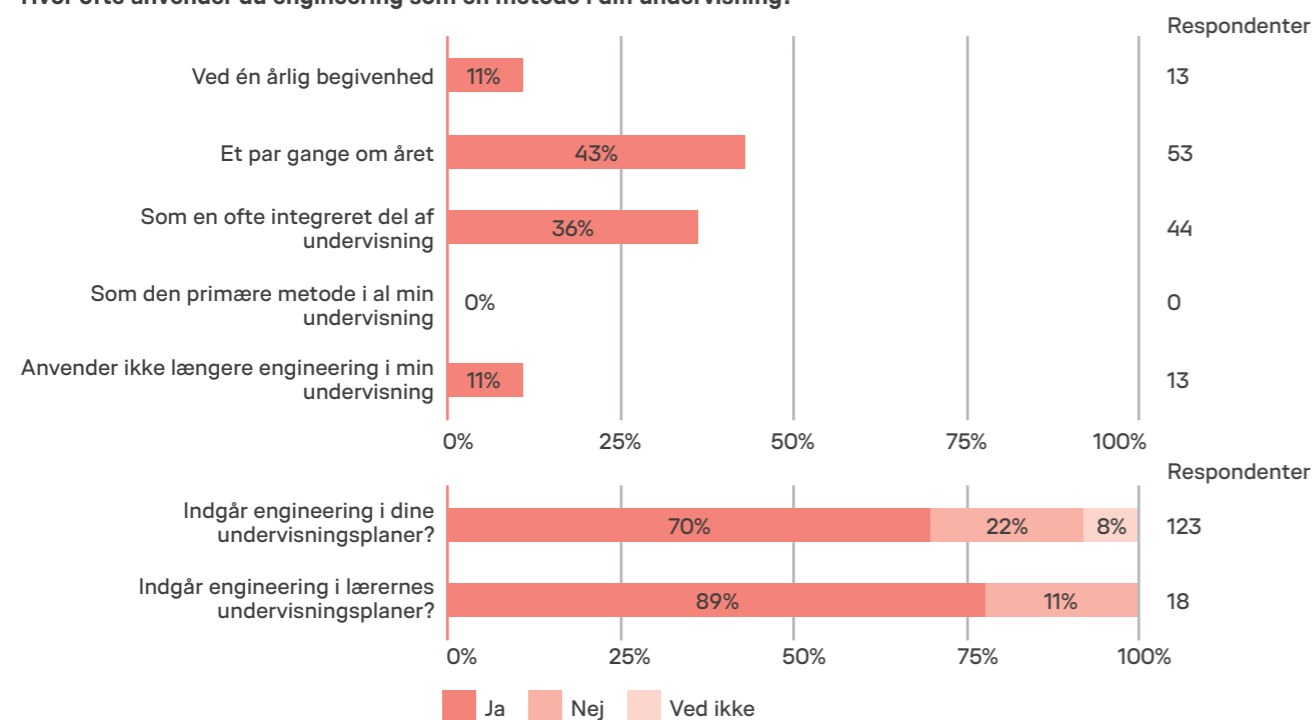
Hovedindsigter

- Engineering-didaktikken er blevet forankret på mange skoler og indgår som en del af lærernes undervisning
- Der er forskel på hvordan der afholdes Engineering Day – over hvor lang periode samt om lærerne gør det sammen eller alene.
- En række faktorer har betydning for implementeringen: Fælles fokus på og sammenhænge med øvrige indsatser skolen, storytelling og succes historier mellem lærerne og på skolen, lærernes tilgang til og motivation for undervisningen, fysiske rammer og materialer, ledelses opbakning samt lærerteams og netværk internt og eksternt (illustreret i figur 9).



Figur 9: Betydningsfulde faktorer for implementering og forankring af kompetenceudvikling baseret på evalueringen.

Hvor ofte anvender du engineering som en metode i din undervisning?



Figur 10: Spørgeskemaundersøgelsen 2023

5.3.1. Fælles fokus og plan på skolen

Engineering-metoden er blevet en del af læreres undervisning ifølge evalueringen. I spørgeskemaundersøgelsen svarer 90%, at de bruger metoden minimum ved en årlig begivenhed. Heraf bruger 43% metoden et par gange om året, og 36% angiver, at de bruger metoden som en ofte integreret del af undervisningen. 70% af lærerne angiver, at engineering-metoden indgår som en fast del af deres undervisningsplaner. 16 af de 18 skoleledere svarer også ja til dette (figur 10).

Implementering af engineering-metoden, og måden hvorpå den er forankret på skolerne, varierer, men fælles er, at mange skoler har vedtaget og fastholdt afholdelsen af en fast Engineering Day i uge 45 eller perioden omkring den landsdækkende Engineering-uge, og at metoden fortsat anvendes af naturfagslærernes i hverdagens undervisningspraksis. Hvorvidt Engineering Day afholdes på hele skolen eller udelukkende med udgangspunkt i fagteamet/den enkelte lærer, der har deltaget i kompetenceudviklingsforløbet, afhænger i høj grad af de lokale ledelsers involvering og opbakning til, at metoden indarbejdes som fast del af skolernes årshjul.

Vi har minimum 5 af det, vi kalder fordybelsesuger hvert år, og den ene af dem er vores Engineering uge. Derudover har vi som udgangspunkt besluttet at designcirklen skal bruges som model for arbejdet. Man kan bruge Engineering-cirklen i stedet for, det må man selv om, men den skal bruges som grundlag for alle de fordybelsesuger, man laver.

(Skoleleder)

At skabe ledelsesunderstøttende rammer omkring implementeringen af engineering-metoden varetages og påvirkes af forskellige ressourcepersoner i og omkring skolerne. Her kan være tale om en engageret naturfagsvejleder eller lærer, der har deltaget i kompetenceudviklingsforløbet, en central kommunal eller privat finansieret naturfagskonsulent eller en afdelingsleder med en naturfaglig baggrund eller særlig interesse. I det følgende interviewuddrag beskriver en naturfagslærer og lokal ildsjæl, hvorledes naturfagsteamet på skolen selv har organiseret en fast struktur omkring afholdelse af Engineering Day, så den nu indgår som fast del af skolens årshjul og alle læreres undervisningsplaner.

Engineering Day har været på i september, da vi havde det første fagmøde. Og så har vi haft det op igen nu, og vi havde møde for 14 dage siden. Det er resulteret i, at vi besluttede her på skolen, at det skal være en del af vores røde tråd, at Engineering Day skal være fast i årsplanen.

(Naturfagslærer)

Andre beskriver, at de som naturfagslærer enten selv foretrækker at afholde Engineering Day, eller at de har haft udfordringer med at få lærere fra andre fagområder med til at indgå i en fælles aktivitet på skolen.

Men det bekræftede i hvert fald alle vores humaniora-læreres tanke om, at det her er ubrugeligt for mig. Og siden da, der kom vi egentlig lidt i karambolage med selve ordet Engineering her på lærerværelset. Det er, fordi vandende bliver delt. Halvdelen tænker, at det er kun naturfag, og bakker væk. Så om det så hedder Engineering eller noget design, siger vi, det er et fedt. Men det er i hvert fald blevet tonet meget til, at det kun er naturfag, vi kan arbejde med.

(Naturfagslærer)

At skabe en meningsfuld sammenhæng mellem eksisterende projekter og indsatser på skolerne, så der bygges videre på faglige fordybelses- og udviklingsrum, fremhæves som betydningsfuldt af mange informanter. Her nævner lærerne ofte ledelsen som en betydningsfuld aktør i arbejdet med at få skabt denne sammenhæng og binde projekterne meningsfuldt sammen, mens de naturfaglige vejledere og konsulenter beskriver det som en af deres kerneopgaver at støtte de lokale ledere i. Generelt optages alle informanter af, hvordan engineering-metoden kan overføres og indtænkes i kommende projekter, så værdifuld læring, metoder og de oparbejdede fagmøde og sparringskulturer kan fortsætte, selvom overskrifterne formelt set ændrer sig.

5.3.2. Storytelling og fælles sprog

Lærerne beskriver, at deres interesse og nysgerrighed i forhold til at afprøve engineering-metoden ofte udspringer af et smittende engagement gennem fortællinger de præsenteres for af kolleger, naturfagskonsulenter eller andre faglige ressourcepersoner i deres netværk.

Hun gik altid og snakkede om det, og nu havde hun lige lavet det her, og hun var bare helt oppe at køre over, hvor fedt det var. Så er det ligesom også lidt nemmere. Jamen så vil jeg også godt være med i det, det kørte da sgu meget godt for Hanne på den måde, hun gjorde det på, selvom hun havde nogle ret svære klasser.

(Naturfagslærer)

Flere lærere henvender sig selv til deres ledelser med et ønske om at deltage i et EiS-kompetenceudviklingsforløb, efter at fortællinger om elevernes udbytte af metoden begynder at spredes på skolen. Det varierer meget, hvorledes de lokale skoleledelser har valgt at arbejde strategisk med betydningen af de gode fortællinger. De foretagne interviews tegner et billede af, at de skoleledelser, der har prioriteret Engineering og efter- og videreuddannelse af alle naturfagslærere gennem en længere årrække, også har et stærkere incitament for at gå ind i arbejdet med at dele de gode historier og erfaringer med hele det pædagogiske personale samt med forældregruppen, der også nævnes som værende betydningsfulde meningsdannere.

De gode fortællinger om engineering-didaktikken samt -metoden varetages i nogle kommuner af centralt placerede naturfagskonsulenter, der understøtter flere skoler og skaber et fælles netværk ved eksempelvis at udsende faste nyhedsbreve, lave lokale sparring og til EiS-møder, hvor nye forløb afprøves i fællesskab, så snart de uploades på hjemmesiden. Her er de lokale ledelser ikke nødvendigvis involveret, men lærerne beskriver, at de oplever stor opbakning til deltagelsen på disse netværksmøder.

Så kommer vi til netværket med vores erfaringer, og siger vi gør sådan hos os, og så må andre gerne kopiere det. Og det ved jeg ikke om de gør, men det er lettere hos os fordi vi har en engageret ledelse. (...) Det er den her naturfagsbejærede afdelingsleder vi har, som har taget slagene, og været i systemet. Så vi har ikke skulle slås som sådan for at nå hertil hvor vi er.

(Naturfagslærer)

Det er svært som enkelt lærer og eller fagteam at integrere ny viden i en organisation alene. At forankre engineering-didaktikken på skoler, hvor ledelser og ressourcepersoner ikke går forrest med en fællesskabede fortælling om metodens muligheder og elevernes udbytte, synes mere udfordrende for den enkelte lærer end der, hvor en tydelig ledelse prioriterer implementeringsarbejdet. Det er svært for et enkelt fagteam at tage ansvar for en fortsat implementering og forankring uden en understøttende og retnings-skabende ledelse, der pointerer kontinuerligt at fremhæve metodens relevans og legitimitet på skolen.

(...) måske også en fortælling for resten af personalegruppen omkring projektet. Det var ligesom også noget af det, der gav mig noget, at der var nogle andre, der sagde, at nu havde de gjort det her, og det var bare mega superfedt. Altså komme med de der historier. Nu fik vi den her mail om, at vi skulle svare på det her spørgeskema i sidste uge, og der var lige pludselig en diskussion inde på lærerværelset, hvad fanden er det der Engineering, det der EiS - er det noget vi har været med i og sådan noget. Hvor man bare tænkte øhhh, der er noget vi ikke er lykkedes med her. Det har ikke noget med mig at gøre, har det? Jamen, det har noget med os alle sammen at gøre!
(Naturfagslærer)

5.3.3. Lærernes tilgang og motivation

Som beskrevet tidligere så vækkes lærernes engagement og motivation for at implementere engineering-metoden i deres praksis hovedsageligt på baggrund af inspiration fra kolleger og egne erfaringer med elevernes udbytte og de muligheder, den didaktiske tilgang skaber i undervisningsrummet. Metodens meget praksisnære måde at sætte engineering-kompetencerne i spil på skaber et undervisningsformat, der henvender sig til en bred og divers elevgruppe. Dette peger mange informanter på som et særligt potentiale i forhold til inkluderende klasserumsundervisning.

Der er nogle andre der får lov at shine i det her, nogle af dem der har nogle kreative ideer, og har hænderne skruet på, så de kan finde ud af at forme de her kreative ideer i de her prototyper. De får lov at få en plads også.
(Naturfagslærer)

Dertil anvender lærerne begreber som sjovt, meningsfuldt og fællesskabende om engineering-metoden, når de beretter om, hvorledes arbejdet med forløbene modtages af eleverne.

Som også tidligere beskrevet, så nævner lærerne ofte "mod" som en væsentlig faktor, der er udslagsgivende for, om man tør implementere engineering-metoden i undervisningen. At turde slippe kontrollen over resultaterne og i stedet fokusere på en stærk stilladsering af processen, kan for mange lærere virke uoverskueligt og også bekymrende. Lærerne oplever at have et travlt program, og her kan engineering-metodens stærke fokus på elevernes undersøgelseskompetence afskrække de lærere, der ikke oplever samme faglige selvtillid og erfaring som de lærere, der gennem kompetenceudviklingsforløbet har trænet og øvet metoden af flere omgange.

Jeg tror, at det kræver man skal have en faglig selvtillid, for at turde give slip i det her. (...) Hvis man føler sig fagligt klædt på til at slippe tøjljerne, så er det ikke så angstprovokerende. Men hvis man ikke har den faglige selvtillid, og er bange for, hvor kan det ende det her, så tror jeg lærerne har større behov for en stram stilladsering.
(Naturfagslærer)

5.3.4. Fysiske rammer

De fysiske rammer (lokaler og materialer) omkring implementering og prioritering af engineering-metoden fremhæves gennemgående af samtlige respondenter. Materialekasserne har vakt stor begejstring og beskrives som indirekte årsag til, at metoden synes overskuelig at tilgå og prøve af i eget klasseværelse. Materialer og opdaterede naturfagslokaler står ikke alene i beskrivelserne i interview i forhold til, hvad der får lærerne til at forankre metoden i deres undervisning, men de er en betydningsfuld faktor, der giver lærerne en oplevelse af, at det naturfaglige miljø prioriteres og understøttes. Hermed oplever de, at deres indsats for at introducere eleverne for nye læringsmiljøer værdsættes, hvilket motiverer dem til at fortsætte og bidrage med en oplevelse af, at de er i besiddelse af stærke faglige kompetencer.

Jamen altså, jeg synes jo, at vi har okay vilkår, det kræver noget forberedelse i forhold til, at hvis man skal have, du har jo nogle materialer, du skal finde frem, og du skal have de her materialer, og dem skal du selvfølgelig kunne købe hjem. Det synes jeg, vi har penge til, så længe det er flasker, sugerør og piberensere og alt sådan noget, vi skal bruge, så er der penge til det. Og vi har faktisk fået lavet sådan nogle vogne, nogle store vogne, hvor der hænger alt muligt Makerspace grej på. Der har vi et i hvert team, som vi kan rulle med ud i klasserne, så man ikke skal ned i vores naturfag, men man kan sidde i klasserne og klippe klister og bygge. Og det er faktisk også rigtig godt. Så jeg synes, vi har rammerne til det. Og også noget skolen prioriterer.
(Naturfagslærer)

I kommuner, der har en netværksstruktur med en centralt placeret EiS-konsulent, ses eksempler på, at solid forankring på skolerne netop drejer sig om at fjerne de små barrierer, så implementeringsopgaven minimeres for lærerne. I det følgende beskriver en EiS-konsulent, hvordan han prioriterer selv at lave materialekasser til sine naturfagsteams, så han er sikker på, at de har hvad de skal bruge for at kunne afholde Engineering Day.

Ja, og lærerne er jo sådan, at de bliver hurtigt sådan lidt afhængige af sådan noget. Så spørger de, får vi kasser næste år? Og så ved jeg jo, hvis jeg siger nej til det, så er det op ad bakken, så siger de, nå, som du sagde før, er der noget andet, de kan tage fat i? Ja, du kan tro, der er andet, de kan tage fat i. Og så er det nok til, man bliver sorteret fra. Det er sådan en helt banal ting. Nå, men jeg fik ikke nogen kasse, det gider jeg ikke. Okay, jeg laver kasser så. Det er ikke særligt pædagogisk arbejde vel, altså til 400 kroner i timen vel. Til at bestille materialer, og jeg må pakke kasser vel. Det er en dejlig variation, jeg kan godt lide det.
(Naturfagskonsulent)

5.3.5. Ledelse og styring

De lokale skoleledelser har en vigtig rolle i forhold til at understøtte implementeringsarbejdet. Ledelsen kan være med til alt fra at "prikke" de rigtige ressourcepersoner og deltagere til uddannelsesforløbet til at planlægge uddannelsen, integrere Engineering Day og andre tilsvarende aktiviteter i skolernes årshjul samt afsætte tid til mødeaktivitet i de naturfaglige teams og økonomi til at indkøbe materialer og udstyr.

Nogle interviewpersoner beskriver en forholdsvis lav ledelsesinvolvering samtidigt med, at de oplever en succesfuld implementering for forankring af engineering i deres undervisning. Her er ledelsen af implementeringsprocessen uddelegeret til en central naturfagskonsulent eller en kulturskabende naturfagsvejleder eller ildsjæl på skolen.

Jeg inviterede også vores leder i indskolingen, til at komme ned og se, hvad vi laver på Engineering Day. Og han kom ned og kiggede og var også begejstret. Jeg synes også, at ledelsen har tillid. De har tillid til at; det regner vi med i kører - det er en god idé og bare videre. (...) der oplever jeg vores ledelse netop virkelig, at de her fagteam møder er vigtige og dem bakker de meget op omkring. Man kan ikke bare blive væk. Og det er altså en kultur, at vi gør nogle ting sammen for at udvikle os her.

5.3.6. Netværk for lærere

Netop etableringen og prioriteringen af faglige netværk, som ovenstående respondent beskriver som afgørende og central del af ledelsesopgaven på skolerne, fremhæves af lærerne som havende særlig betydning for engineering-metodens implementering og forankring. De lærere, der ikke oplever at være del af en faglig netværksstruktur beskriver, at de mangler dette forum til sparring og ny inspiration for at kunne holde liv i arbejdet med metoden. Andre, der har arbejdet på udviklingen af en naturfaglig kultur enten lokalt på skolen eller på kommunalt niveau i en årrække, beskriver det som naturligt at have kolleger at drøfte nye engineering-forløb med og tilpasse engineering-forløb til deres specifikke elevsammensætning.

6 Sammenligning af kompetenceudviklingsmodeller

Dette afsnit præsenterer en sammenligning af de forskellige kompetenceudviklingsmodeller og undersøger forskelle og ligheder i lærernes oplevelser og forhold vedrørende implementering og forankring af engineering-metoden (delformål 2). 6.1 fokuserer på udvikling i indhold og materialer, 6.2 på den investerede tid og længde på kompetenceudviklingsforløbene og 6.3 på ledelsesopbakning og udviklingen af naturfaglige netværk og læringsfællesskaber.

Af evalueringen fremgår det, at der er sket en betydelig udvikling i kompetenceudviklingsforløbene, som udbydes til lærerne. Samtidigt er forløbene i praksis blevet afholdt forskelligt i kommunerne – herunder af forskellige undervisere, der har tilrettelagt undervisningen forskelligt. De er samtidigt blevet gennemført under forskellige rammevilkår i de forskellige kommuner og skoler. De tre kompetenceudviklingsmodeller fremstår dermed ikke som statiske og klart afgrænsede modeller. Dette begrænser muligheden for at foretage en klar sammenligning af modellerne. I stedet er udviklingen i forløbenes indhold undersøgt og beskrevet i dette afsnit samt betydningsfulde faktorer for implementering og forankring. Hovedindsigter fremgår af boksen til højre og efterfølgende underafsnit.

Hovedindsigter

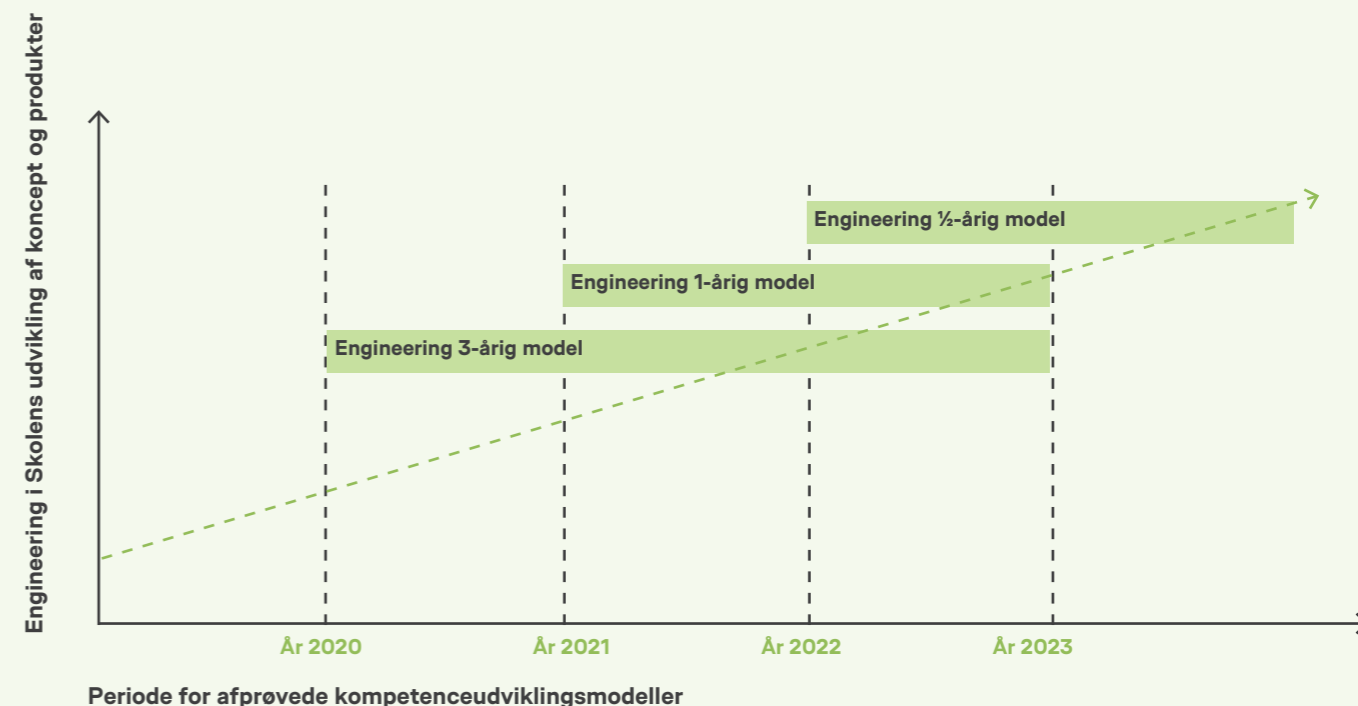
- Som kompetenceudviklingsforløbene er blevet kortere er hjemmesiden, materialerne, og konceptet forbedret, gennemarbejdet og kvalitetssikret.
- Den investerede tid og længden på selve kompetenceudviklingsforløbet betinges af kontekstuelle faktorer, særligt den eksisterende naturfaglige kultur og struktur for fagteamsamarbejde og netværk.
- Ledelsesopbakning og fokus på naturfaglige netværk, læringsfællesskaber og ressourcpersoner har afgørende betydning for en vellykket implementering og forankring.

6.1. Kortere kompetenceudviklingsforløb og mere gennemarbejdede materialer

I takt med at kompetenceudviklingsmodellerne ændres og varierende længder og formater udbydes, udvikles selve projektorganisationen omkring Engineering i Skolen. Som del af denne proces foretages justeringer og tilpasninger af indholdet på de afholdte workshops, ligesom hjemmesiden opdateres og nye forløb og materialer tilbydes lærerne. Det indebærer, at de lærere, der deltager i de kortere modeller, profiterer på samme tid af den læring, som projektet har tilegnet sig efter de første år. Som det fremgår af figur 11, kan der ses en udvikling af konceptet og produkter i forhold til:

- Mere fokus på konkrete praksisnære afprøvninger af metoden i undervisningen og mindre fokus på det teoretiske grundlag for didaktikken
- Der er tilpasset en bredere vifte af forløb til flere niveauer og klassetrin
- Der uddeles materialekasser til de deltagende skoler
- Der er udviklet en intuitiv online-plattform, hvor alle undervisningsforløb kan downloades.

Dette betyder, at de informanter, der senest har deltaget i kompetenceudviklingsforløbet generelt, er bedre opdaterede og forberedte på, hvordan de kan bruge online-plattformen, hvilke materialer der udbydes, samt hvordan de kan omsættes og redaktiseres til brug i egen undervisning.



Figur 11: Udvikling af Engineering i Skolens koncept og produkter relateret til kompetenceudviklingsmodeller

Engineering i Skolens udvikling af koncept og produkter

- mere fokus på konkrete praksisnære afprøvninger af metoden i undervisningen og mindre fokus på det teoretiske grundlag for didaktikken
- der er tilpasset en bredere vifte af forløb til flere niveauer og klassetrin
- der uddeles materialekasser til de deltagende skoler
- der er udviklet en intuitiv online-plattform, hvor alle undervisningsforløb kan downloades

6.2. Længden på kompetenceudviklingsforløbet og de kontekstuelle lokale faktorer

Der er ikke udpræget forskel på lærernes oplevelser af kompetenceudviklingsforløbets kvalitet trods de forskellige modelers længde og omfang. I forhold til om engineering-didaktikken implementeres og forankres efterfølgende i undervisningen og på skolerne, lader det heller ikke til at være knyttet til længden på det individuelle kompetenceudviklingsforløb, men snarere de forskellige faktorer præsenteret i afsnit 5.3.

Det er afgørende, om forløbet understøttes af lokale strukturer og vilkår, der gør det muligt at arbejde med metoden i praksis både individuelt og kollegialt. Planlægning, forventningsafstemning, tilgængelige faglige samt materielle ressourcer og investeret tid til fagsamarbejde udgør byggestenen, som genbesøges og fremhæves af informanter på tværs af de tre afprøvede modeller. Det er strukturerne omkring fagteam møder, videndeling og fælles planlægning og afholdelse af eksempelvis en fast Engineering Day på skolen, der har betydning for, om den enkelte lærer oplever sig som værende del af en samlet indsats omkring Engineering i Skolen. At en skole gentager et kompetenceudviklingsforløb tre gange er ikke nødvendigvis, hvad der sikrer en succesfuld implementering og bæredygtig forankring.

Nedenfor fortæller en kommunal naturfagskoordinator og vejleder om sin rolle i forbindelse med fem skolers introduktion til den ½-årige model i en kommune. Her er tale om en stærk tværgående kommunal naturfagskultur, der har integreret engineering-metoden, og hvor naturfagskoordinatoren køber materialer ind til afholdelse af Engineering Day og systematisk afholder netværksmøder. Dertil er engineering fortsat på dagsordenen efter endt kompetenceudviklingsforløb. Forløbet lærerne har modtaget er kort, men de strukturelle vilkår er stærke, og derfor viser samarbejdet omkring metoden sig at være bæredygtig; også på sigt.

Ja, det var egentlig bare et tilbud, der ville være godt at sprede i kommunen. Så fordi det var relativt kort, så var det ikke en voldsom udgift for skolerne. Og der er en del skoler, der allerede kører lidt med innovation. Og så har vi noget der hedder Minimarathon og science-marathon, som er for 3. og 4. klasse. Og vi deltager i Naturfagsmarathon også for 5. og 6. Så der ligger det rigtig godt op ad, at vi gerne vil have noget innovation i kommunen. Så derfor var det meget oplagt at gå ind i det. (...) Min opgave er både de her netværksmøder, og det er også at komme ud til skolerne og holde møde med vejledere og ledere. Så der sker noget omkring deres naturfaglig kultur på skolerne. Det er også at lave de her events. Det er også at understøtte klasser til Naturfagsmarathon, som har lidt problemer, så tager jeg ud og hjælper dem lidt. Så det er alt muligt.
(Kommunal Naturfagskonsulent)

Disse kontekstuelle faktorer, der betinger og influerer implementeringen og forankringen på skolerne er udforsket i dialogerne med informanter fra alle tre modeltyper og her går en serie fælles-træk igen. I den 3-årige model er skoleledelserne og deres forholdsvis tætte involvering i kompetenceudviklingsforløbet en stærk og central faktor for, hvorledes lærerne lykkes med at forankre og indarbejde engineering-metoden som del af deres undervisningsplaner og skolens årshjul. Her synes initiativet og incitamentet at være betinget af en vis "top-down"-proces, hvor indsatsen besluttes af en ledelse (måske en kommunal forvaltning), og hvor lærerne efterfølgende prikkes og udvælges til at deltage. Årsagen beror sandsynligvis på den oprindelige kompetenceudviklingsmodels størrelse og omfang, der har krævet en særlig indsats og planlægning for at kunne lykkes med deltagelse og vikardækning, over for de modeller, der udbydes og afprøves senere.

Faglig understøttende sparring i egen praksis var i den oprindelige 3-årige model uddelegeret til en naturfagsfaglig efter- og videreuddanner fra et af de tilknyttede University Colleges. Dette har betydet, at nogle lærere efterfølgende har oplevet at stå alene med redidaktiseringsopgaven og den praksisnære implementering af metoden i undervisningen. Der savnes en mulighed for opfølgende faglig sparring og for at vidende og modtage ny inspiration til den fortsatte forankring af engineering-metoden på skolen efter endt kompetenceudviklingsforløb. Nogle lærere fra det 3-årige forløb beskriver, at de ikke har udviklet et videre stærkt naturfagligt netværk på tværs af skoler efter deltagelse i dette kompetenceudviklingsformat. Her må dog også understreges, at forløbet blev implementeret under en periode med opdelt corona- og online-undervisning, hvilket ikke var del af den oprindelige QUEST-rytme og tanke (Mogensen et al., 2015).

Interview med informanter fra både den 1-årige og ½-årige model bærer præg af, at kompetenceudviklingsforløbet er koblet til nogle anderledes netværksstrukturer og har uddelegeret planlægning, materialeindkøb, faglig sparring og mødekultur til naturfaglige ressourcepersoner som naturfagsvejledere på skolerne eller naturfagskoordinatorer, der opererer på kommunalt plan. Den formelle længde af kompetenceudviklingsforløbene er kortere, men de faglige ressourcepersoner implementerer og integrere efterfølgende metoden i den øvrige naturfaglige forberedelse og strategi, hvilket også betyder, at her i højere grad sker en "bottom-up" ledelse, hvor ressourcepersonerne sætter Engineering Day og metoden på dagsordenen hos de støttende men mindre involverede skoleledelser. Dette betyder i praksis, at mange skoler og lærere, der har deltaget i disse forløb, stadig prioriterer metoden i deres undervisning, og i flere netværk indkalder naturfagskoordinatorerne løbende til faglige møder, hvor de nyudgivne forløb fra EiS-hjemmesiden afprøves og diskuteres.

6.3. Ledelsesopbakning og fokus på naturfaglige netværk og lærings-fællesskaber

Engineering-metoden lader til at have svært ved at finde grobund og omsættes som en del af naturfagsundervisningen i de tilfælde, hvor lærerne ikke oplever en klar ledelsesopbakning eller tilhørsforhold til en naturfaglig teamstruktur og kultur med lokale ressourcepersoner, der formelt og uformelt faciliterer rammerne for videndeling, faglig udvikling og sparring.

Beskrivelser i interviewene indikerer, at lærere, der står alene med viden om engineering-metoden, mangler et fælles sprog og mening med metoden og dens anvendelse i forhold til kolleger og ledere. Dette kan være udfordrende i forhold til at fastholde motivationen og incitamentet for selv at fortsætte arbejdet med engineering i undervisningen. Betydningen af storytelling, som faktor i arbejdet med succesfuld implementering og forankring fra afsnit 5, kan nuanceres med tilføjelsen af et fokus på, hvem der tager ledelse af og ansvar for at fortælle den røde tråd omkring projektets mening og eksistensberettigelse i naturfaglokalerne og på skolen. Her lader de lokale ressourcepersoner på skolerne til at have en vigtig betydning. I interviewene beskriver lærerne ofte, hvorledes centrale naturfagskoordinatorer eller vejledere tager ansvar for at fortælle om erfaringer med metoden og på tværs af afdelinger og skoler, deler succes historier og gode eksempler på, hvorledes engineering kan bruges i undervisningen og indtænkes som del af skolernes årshjul.

Jeg synes faktisk, at konceptet er rigtig godt. Men der hvor man kan sige, at hvis det skal leve videre, og man ikke altid skal tage forløb fra hjemmesiden af, så er det måske der hvor det er rigtig svært for rigtig mange lærere at idégenerere nye problemstillinger, som man kan arbejde med. Jeg prøver altid at dele idéer - der var en eller anden, der gjorde det her ellers med, for eksempel Mona, der havde arbejdet med vand med hendes elever. Så havde hun fundet på en opgave, at de skulle designe en redningsvest til en LEGO mand. Når vi ikke har så meget tid, så er det også nogle af de steder, hvor vi hopper hurtigt hen over. Hvis man ikke lige hurtigt får idéen, så skal man bruge lang tid på at få nogle idéer af nogle problemstillinger, man kan arbejde med og producere noget.
(Kommunal naturfagskonsulent og naturfagslærer)

Desuden beskriver naturfagskoordinatorerne selv, hvordan de løbende understøtter skoleledelserne i et "sorteringsarbejde", hvor kommende projekter, der tilbydes eller tildeles skolen indtænkes som del af de indsatser og metoder, der allerede er i gang, og som har brug for tid til at udvikles og modnes. Dermed får de en gatekeeper-funktion, der kan bidrage med overblik og sikre, at der fokuseres på projekter, der fremstår meningsfulde for lærerne og kommunen. Lærerne relaterer i interviewene engineering-metoden til en række andre projekter, som de oplever synergi med. Eksempler på disse er Maker-Space, FabLab, Play at Heart, Novel Engineering, SNL m.m. Skolerne, der lykkes med forankringsarbejdet, har vejledere, naturfagskoordinatorer og ledelser, der går forrest med en fortælling om, at projekter kan bidrage med tid til faglig fordybelse, når de tænkes sammen - fremfor at de stjæler tid fra det samme snævre udviklingsrum.

(...) jeg var hos Legofonden Legocampus i forgårs, og var oppe og snakke med Foundation om Novel Engineering. Sammen med Tufts University fra Boston. Det kommer i Play At Heart regi forhåbentlig, og mere funding er allerede godt i gang. Men det er så fedt, for nu har jeg et netværk bare i Svendborg Kommune, hvor jeg allerede har lavet en teaser, og de to første workshops er booket. Hvor jeg i hvert fald mødes med 25 kolleger, hvor halvdelen har været på EiS-kurset. Så det sprog, jeg bruger omkring Astras Design cirkel, og den tankegang, der er, den stempler de ind på (...) Jeg er jeg så glad for, at vi har det her. Så det giver mig mega meget, ikke kun for egen praksis, men også spredningen. At jeg lokalt har nogen, der ved, hvad jeg taler om, men jeg også kommunalt har nogen, der taler EiS.
(Kommunal naturfagskonsulent og naturfagslærer)

7 Anbefalinger

Dette afsnit præsenterer anbefalinger til fremtidige bæredygtige kompetenceudviklingsforløb baseret på en opsamling af evalueringens hovedindsigter perspektiveret i forhold til aktuell forskning i kompetenceudvikling til naturfagslærere i grundskolen (delformål 3). Afsnittet er opdelt i to temaer, der følger evalueringens opbygning: 7.1 Anbefalinger til kompetenceudviklingsforløbet i og omkring undervisningsrummet. 7.2 Anbefalinger til implementering og forankring af nye kompetenceudviklingsmodeller. Hvert afsnit opsummerer først, hvad der særligt bør fastholdes og forstærkes ved de eksisterende kompetenceudviklingsdesigns, og derefter følger en serie praksisnære forslag til justeringer og tilpasninger.

7.1. Anbefalinger til kompetenceudviklingsforløbet i og omkring undervisningsrummet

Anbefalinger i dette afsnit relaterer sig til selve kompetenceudviklingsforløbet i og omkring undervisningsrummet.

7.1.1. Fasthold og forstærk

Følgende dele af kompetenceudviklingsforløbet kan med fordel fastholdes og forstærkes:

- **Tid til redidaktisering og afprøvning på workshops**
Tiden til redidaktisering og afprøvning af de udviklede forløb på de afholdte workshops fremhæves i evalueringen som centrale byggesten, der understøtter lærerne og giver dem oplevelsen af, at engineering-metoden er overskuelig og meningsfuld at afprøve samt integrere i egen praksis. At afprøve engineering-forløbene i fagteams samt modtage faglig sparring inden forløbene afprøves i egne klasser, beskriver alle lærere som en positiv investering og udnyttelse af den tilrettelagte tid på de afholdte workshops. Netop værdien af investeret tid til afprøvning og evaluering af de udviklede forløb og stilladseringen af det didaktiske rum, understøttes af aktuell forskning, der understreger, hvorledes kompetence-

udviklingsforløb målrettet naturfagslærere skaber større værdi for lærere og elever ved ikke blot at adressere det faglige indhold, der ønskes opnået, men også et "hvordan" skal indholdet implementeres både på klasse-, som på organisatorisk niveau (Zhou, 2020). Kombinationen af teori og praksis, som fremhæves positivt af lærerne i evalueringen, er samtidigt anerkendt som vigtig for at fremme et kvalitetsløft af lærernes undervisningspraksis gennem kompetenceudvikling (Michelsen & Ahrenkiel, 2017). I forlængelse heraf er muligheden for, at lærerne kan træne og øve metoden flere gange vigtig i forhold til at få den indarbejdet i deres praksis (Krogh & Andersen, 2016).

- **Fælles sprog og begreber understøtter den naturfaglige kultur**
Flere lærere understreger betydningen af, at de som fagteam kan benytte sig af et fælles fagligt sprog og fælles begreber for engineering-metodens didaktik og principper. Her har særligt den 3-årige model bidraget til at understøtte skoler i udviklingen af skolernes naturfaglige kultur grundet udbredelsen til flere lærere over tid. Aktuell forskning beskriver vigtigheden af at understøtte de naturfaglige læringsfællesskaber, da der i en dansk folkeskolekontekst er langt mindre tradition for at prioritere disse fagteams på skolerne, end der er tradition for et stærkt sprog- eller årgangsteam (Elmose, 2017; Sillasen et al., 2010).

- **Sparring og vejledning tæt på praksis**
Generelt fremhæver lærerne betydningen af kompetenceudviklingsforløbets indlagte sparringselement. Både som understøttende vejledning, men også som en tilpas forstyrrelse, der forpligter og flytter både undervisningen og skærper de fælles mål, der sættes i fagteamet. Hvem der yder sparringen, kan se forskellig ud, når blot den er tæt på praksis og følger lærernes proces og arbejde både i workshoprummet, i implementeringsarbejdet på skolerne og i tiden efter den officielt afsluttede projektperiode. Fælles for deltagerne er, at netop sparringselementet fungerer bedst, når det afholdes fysisk enten lokalt på skolen i det naturfaglige team eller i allerede etablerede netværk på tværs af skoler, hvor programmet er veltilrettelagt og alle udviser engagement og motivation for deltagelse. Modsat havde de sparringen, der var tilrettelagt som fælles online webinarer under coronapandemien, den udfordring, at drøftelserne blev for generelle og bevægede sig for langt væk fra det konkrete implementeringsarbejde på skolerne.
- **Engineering metoden og elevernes udbytte**
Overordnet er der blandt lærerne stor tilfredshed med kompetenceudviklingsforløbenes faglige indhold, aktiviteter og sammensætning mellem de forskellige delelementer. Engineering-metodens didaktiske principper og måden,

hvorpå eleverne motiveres til at arbejde både undersøgelsesbaseret, PBL-inspireret³ og innovativt skaber ifølge lærerne nogle andre balancer i klassen – et inkluderende undervisningsrum, hvor flere elevtyper tilgodeses og får mulighed for at blomstre. Lærerne oplever, at eleverne har det både sjovt, inspireres og profiterer fagligt samt socialt af undervisningen. Dette udbytte spejler lærerne sig i, hvilket motiverer mange til at implementere engineering-metodens principper i den øvrige naturfagsundervisning og ligeledes dele succes historier med kolleger.

Flere forskningsprojekter understøtter netop disse pointer omkring elevers positive udbytte af en didaktisk praksis, der balancerer frihedsgrader og åbne opgaver med tydelige formål og genkendelige problemstillinger. Her peges blandt andet på, at en sådan didaktisk praksis og tilgang sikrer flere deltagelsesmuligheder blandt elever i klassen samt fremmer kreativitet og innovation (Madsen et al., 2020; Albrechtsen & Petersen, 2013; Van Driel, 2012; Deci & Ryan, 2000).

- **Materialekasserne**
De færdige engineering-forløb opleves som lette både at anvende og formidle til kolleger. Materialekasserne beskrives dertil af alle lærere, som en god praktisk hjælp til at komme i gang med engi-

neering-forløbene og metoden i klasserne. Lærerne udtrykker at materiale-tilgængelighed kan være altafgørende for, hvorvidt de anvender færdige forløb og nye metoder i praksis og roser de tilfælde, hvor lokale konsulenter forud for Engineering Day prioriterer at forberede og distribuere materialekasser til alle deltagerskoler i kommunen. Som det også fremgår af evalueringens implementeringsafsnit, udgør tilgængelige materialer, der understøtter naturfagslærernes arbejde med at implementere engineering-metoden en central faktor og er udslagsgivende for, hvorledes de føler sig understøttet samt fagligt set og prioriteret af både ledelse og blandt kolleger (se afsnit 5).

Dansk forskning i naturfaglig kompetenceudvikling kan her anvendes til at underbygge og uddybe lærerens oplevelse af, hvad der er udslagsgivende for, at den nye tilegnede viden kan omsættes og anvendes i egen undervisning (Sølberg, 2007). Sillasen mfl. beskriver at omsætning og ny viden og nye metoder hos lærerne netop forudsætter, at de fornødne ressourcer og teknologier er til rådighed for naturfagsundervisningen. Her kan eksempelvis være tekstbaserede undervisningsmaterialer, artefakter, laboratorie- og feltredskaber, digitale platforme og redskaber samt eksterne ressourcer som naturvejledere (Sillasen et al., 2010).

7.1.2. Overvejelser til justering og tilpasning

Følgende anbefalinger kan overvejes i forhold til justering og tilpasning af kompetenceudviklingsforløbene:

- **Estimering af tid og kortere færdige engineering-forløb**
Lærerne beskriver, at de i praksis redidaktiserer og udvælger elementer fra de færdige engineering-forløb for at tilpasse dem de ugentlige lektioner i naturfagene. De færdige engineering-forløb beskrives af flere lærere som meget "tidsambitiøse", og der efterspørges kortere forløb, der går i dybden med dele af metodens elementer, eller at der udvikles en særskilt serie på hjemmesiden til ugentlige undervisningslektioner. Lærere er enige om, at de nuværende forløb på hjemmesiden er særdeles velegnede til sammenhængende temaer og selve afholdelsen af Engineering Day.
- **Tværfagligt samarbejde og andre fag**
I praksis bruger lærerne og skolerne også engineering-metoden i andre fag end de naturfaglige og efterspørges derfor forløb, der i højere grad tager højde for dette samt det tværfagligt samarbejde. Særligt nævnes håndværk og design, som en naturlig forlængelse af engineering-processen, da det kan give eleverne en stærk oplevelse

³ PBL: Problembaseret læring og projektarbejde

af mestrings og mening, såfremt de får mulighed for at arbejde videre med prototyper og forfine dem til færdige produkter.

- Øget fokus på matematik

Flere lærere og vejledere efterspørger et øget fokus på matematik i forløbene, da de oplever, at "m"-et i STEM synes fraværende for matematiklærerne. På de skoler, hvor der er tilknyttet en stærk vejlederprofil til de naturfaglige teams, kan man formentlig selv oversætte og eksemplificere, hvordan matematikken kan sættes i spil. Men på de skoler, hvor lærerne nu står alene med at oversætte metoden til praksis, så kan redidaktiseringsopgaven med at fremhæve matematikken i forløbene synes for stor og uigenkendskelig. Det sker ikke i praksis uden tæt faglig sparring og understøttende vejledning.

- Udvikle egne engineeringforløb

Flere lærere efterspørger en opfølgende workshop, der specifikt går i dybden med redidaktiseringsopgaven samt bidrager med inspiration og sparring til, hvorledes man som lærer selv kan producere sine egne forløb.

7.2. Anbefalinger til implementering og forankring af nye kompetenceudviklingsforløb

Anbefalinger i dette afsnit relaterer sig til implementering og forankring af kompetenceudviklingsforløbene.

7.2.1. Fasthold og Forstærk

Følgende dele af kompetenceudviklingsforløbet relateret til implementering og forankring kan med fordel fastholdes og forstærkes:

- Engineering Day og arbejdet med en fælles folkeskolefortælling

Helt overordnet har Engineering i Skolen formålet at skabe en stærk og meningsfuld fortælling og sammenhæng mellem engineering-metoden

og skolernes undervisning, rytme og årshjul. I stil med den årlige motionsdag/uge er dedikeret til bevægelse, er organisationen lykkes med at skabe et koncept på en række skoler, der dedikerer en fast uge årligt til arbejdet med nye aktuelle engineering-forløb. Her er oplevelsen af, at være del af noget større og fælles, der gør en forskel for eleverne, og på flere skoler arbejder man også med udgangspunkt i metoden til andre fælles temauger. Det gør altså en mærkbare forskel at arbejde strategisk med at integrere metoden i skolens årshjul og eksisterende undervisningsplaner (Dahl Madsen, 2017).

- Revitalisering – løbende opdateringer og informationer om hjemmesiden

Hjemmesidens faglige indhold og visuelle format tilskrives høj kvalitet og stor betydning for naturfagslærernes arbejde med engineering-metoden på skolerne. En del lærere orienterer sig løbende på siden og holder øje med, hvornår der frigives nye forløb. Andre er dog mindre opmærksomme på hjemmesidens eksistens og virker ikke til at have indarbejdet en rutine, hvor hjemmesiden og online-forløbene benyttes. Her kan Engineering i Skolen med fordel overveje styrke bevidstheden om hjemmesiden f.eks. ved at udsende projektets nyhedsbreve til alle nuværende og tidligere deltagere i projektet, hvor der informeres til kommende planer for Engineering Day, hjemmesiden samt til tidligere forløb, der kan inspirere deltagerne til implementering af engineering-metoden i deres daglige undervisning. Hermed kan understøttes en revitalisering af engineering-metoden, der genopliver engagement og retning for projektet.

- Strategisk arbejde med lokalt tilpassede kompetenceudviklingsmodeller

Implementering og forankring af engineering-metoden betinges og understøttes af de lokale strukturer og vilkår i og omkring skolerne, der gør det muligt at arbejde med metoden i praksis både individuelt og kollegialt (se afsnit 5).

Her har Engineering i Skolens projektledelse formålet at arbejde både innovativt samt strategisk med forskellige samarbejdsformer, hvor implementeringsarbejdet (særligt i arbejdet med de kortere modeller) er uddelegeret og faciliteret af stærke naturfaglige lokale netværks gennem engagerede ressourcerpersoner.

Arbejdet med implementering af fremtidige kompetenceudviklingsmodeller kan derfor med fordel indledes med en kortlægning af, hvorledes skolens naturfaglige kultur er struktureret og prioriteret. Planlæg herefter sammen med de ledelsesansvarlige, hvilken model, der bedst matcher skolens/kommunens organisering og lærernes aktuelle kompetenceudviklingsbehov. Implementeringsfaktorer illustreret i figur 9 kan med fordel anvendes som refleksions- og planlægningsværktøj til at understøtte denne kortlægning som engineering-konsulent og de lokale ledelser og lærere kan tage udgangspunkt i (se s. 23). Faktorerne identificeret i evalueringen understøttes af forskning på området (Nielsen., 2017).

7.2.2. Overvejelser til justering og tilpasning

Følgende anbefalinger kan overvejes i forhold til justering og tilpasning af kompetenceudviklingsforløbene:

- Tid til forankring – et fokus på de rette strukturelle rammebetingelser

Kompetenceudviklingsmodellerne skaber større udbytte for skolerne og den enkelt naturfagslærer, hvis form og indhold indarbejdes i allerede eksisterende lokale netværk og læringsfællesskaber, fremfor at være op til den enkelte lærer at integrere og oversætte i egen lokale skolesammenhæng. Forskning på området vurderer, at det er afgørende for naturfagslærernes implementering af ny viden samt nye metoder i undervisningen, at der investeres i omegnen af 50 timer på en kompetenceudviklingsforløb. Og disse timer kan med fordel indgå og inve-



steres ud udviklingen af naturfaglige netværk og læringmiljøer på skolerne (Krogh, 2016; Rambøll, 2019). Faciliteringen af disse lærende fællesskaber kan varetages af en lokal koordinator eller vejleder, der understøtter metodens implementering i praksis, ved også efter projektperiodens ophør, at indkalde til netværksmøder forud for Engineering Day, hvor årets nye forløb afprøves af de naturfaglige teams i fællesskab.

Men bør Engineering i Skolen varetage denne rolle som central forankringsvejleder eller hvorledes understøtter man bedst de lokale naturfagsteams såfremt, der ikke eksisterer et stærkt fagmiljø og stor ledelsesmæssig opbakning? I Hopkins udgivelse fra 2003 fremgår det, at implementering af ny viden i en organisation tager tre til fem år, og bevæger sig gennem tre domæner – først en individuel læring, så en implementeringsfase for så til sidst at blive en institutionaliseret proces (Hopkins, 2003). I det følgende anbefales en serie aktiviteter, som kan overvejes i forbindelse med forankring og fastholdelse af metoden på de del-

tagende skoler, så alle tre domæner tilgodeses.

- Tilbyd inspiration og booster-aktiviteter

De opfølgende aktiviteter dækker over viden, materialer og sparringsfællesskaber som lærerne efterspørger efter at have afsluttet kompetenceudviklingsforløbet, og som de beskriver har stor betydning for den fortsatte forankring. Opfølgende aktiviteter kan være:

- Nyhedsbrev til nye og tidligere deltagere
- Online webinarer, der gennemgår nyeste engineering-forløb fra hjemmesiden
- Understøttende tilbud om sparring til de skoler, der ikke er i besiddelse af en stærk naturfaglig kultur og struktur
- Ny inspiration gennem eksempelvis Podcasts, hvor der deles fortællinger fra praksis
- En workshop, hvis fokus omhandler, hvordan man som lærer kan udvikle egne forløb

Synergi i forhold til andre projekter

Af evalueringen fremgår at engineering-metoden ofte sættes i relation til andre projekter af lærerne. Lærerne oplever synergi og mening mellem projekterne. Samtidigt pointerer flere lærere også, at de deltager i mange projekter, og det er tidskrævende. Derfor er sammenhængen mellem de forskellige projekter, som de skal investere tid i afgørende. Faglige diskussioner på området har peget på en generel problemstilling i forhold til "projektitis", der henviser til den store mængde af projekter, der kører på samme tid i folkeskolen, og som lærerne skal forholde sig til (Sølborg, 2022). Det er afgørende, at projektet opleves som relevant og meningsfuldt i forhold til den hovedopgave som skal løses og andre igangværende projekter, så der ikke tæres unødvendigt meget på den enkelte lærer eller skolen. Derfor er det oplagt at fokusere på mulige synergier i forhold til andre projekter i den indledende forventningsafstemning med kommuner og skoler.

8 Referencer

- Albrechtsen, T. R., & Petersen, M. R. (2014). Åbne opgaver og stilladsering af interesse i naturfagsundervisningen. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, (3).
- Albers, B., Høgh, H., & Månsson, H. (2015). Implementering. *Fra viden til praksis på børne-og Ungeområdet. København: Dansk Psykologisk Forlag.*
- Børne- og Undervisningsministeriet (2018). National Naturvidenskabsstrategi, <https://www.uvm.dk/publikationer/folkeskolen/2018-national-natur-videnskabsstrategi>.<https://www.uvm.dk/publikationer/folkeskolen/2018-national-natur-videnskabsstrategi>.
- Rambøll og Københavns Professionshøjskole (2019). Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere.
- Carlson, J. & Daehler, K.R. (2019). The refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In Hume, A., Cooper, R. & Borowski, A. (eds.). *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science. Pgs 77-105.* Singapore: Springer
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research.* Sage publications.
- Dahler-Larsen, P. (2013). Evaluering af projekter. *Evaluation of projects]. Odense: Syddansk Universitetsforlag.*
- Dahler-Larsen, P. (2003). *Nye veje i evaluering håndbog i tre evalueringsmodeller.* Systime.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.
- Elmose, S. (2007). Naturfaglige kompetencer-til gavn for hvem?. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, (4).
- Engineering i skolen (2022): Kompetenceudvikling i Engineering 2022/2023. *VIVE.*
- Engineering i skolen (2019): Projektansøgning til Villum Fonden 2019.
- Elmose, S. (2021). Science culture and continuing training of science teachers. *Science Education in the light of Global Sustainable Development:-trends and possibilities*, 130.
- Guskey, T. R. (2000). *Evaluating professional development.* Corwin press.
- Hansen, S. J., Kaspersen, S. W., Madsen, C. D., & Pöckel, K. M. (2022). Implementering med effekt.: Håndbog i implementering af forandringer på det sociale-og pædagogiske område.
- Hopkins, D. (2001). *School improvement for real.* Psychology Press.
- Jakobsen, J. C. & Elmeskov, D.C. (2014). 'Det ene projekt afløser det andet.' Hvordan sikres kvalitet i naturfaglige projekter? En virkningsevaluering. I IND's skriftserie nr. 34. København: Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Krogh, L.B. (2016). Professionel udvikling af naturfagslærere – brikker til et fælles afsæt. I MONA nr. 4 – 2016. København: Institut for naturfagenes didaktik, Københavns Universitet.
- Krogh, L.B. & Andersen, H. M., (2016). *Fagdidaktik i naturfag.* Frederiksberg: Forlaget Frydenlund.
- Leavitt, H. J. (1965). Applied organisational change in industry: Structural, technological and humanistic approaches. In J. G. March (Ed.), *Handbook of organisation.* Rand McNally and Company. Chicago, Illinois
- Madsen, L., Evans, B. & Bruun, J. (2020). Undersøgelser baseret undervisning: 6F-modellen - den tilblivelse og udvikling i Danmark. I *MONA* nr. 1- 2020, s. 26-44. København: Institut for naturfagenes didaktik, Københavns Universitet.
- Madsen, C. D. (2017). Projektets logik - den offentlige sektors paradoks: Et studie af tværorganisatoriske projektprocesser og samskabelse med frivillige i en nordjysk ungdomsskole. Aalborg Universitetsforlag.
- Michelsen, C., Petersen, M. R., & Ahrenkiel, L. (2017). Laboratoriemodellen - kompetenceudvikling med fokus på forandring af praksis. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (4). Hentet fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/100716>

- Mogensen, A., Nielsen, B. L., & Sillasen, M. K. (2015). Processer der forandrer-fagteamsamarbejde efter QUEST-modellen. *MONA*, 2015(1), 24-48
- Nielsen, B.L. (2012). Naturfagslæreres konstruktion af forståelse og fortolkning af erfaring den første praksis. I *MONA* 2012(2), 37-54. København: Institut for naturfagenes didaktik, Københavns Universitet.
- Nielsen, J.A. (Red.) (2017). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi.* København: Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Nielsen, B.L. & Krogh, L.B. (2017). Professionel udvikling for naturfagslærere – tematiseret fra KiU og Quest. I *MONA* nr. 4- 2017. København: Institut for naturfagenes didaktik, Københavns Universitet.
- RY, M. & Nielsen, J.C.R. (2002), *Anderledes tanker om Leavitt - en klassiker i ny belysning.* Roskilde: Samfundslitteratur.
- Rambøll og Københavns Professionshøjskole (2019). Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen. København: Rambøll.
- Sillasen, M., Valero, P., & Sørensen, S. (2010). Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, nr. 2, 2010. København: Institut for naturfagenes didaktik, Københavns Universitet.
- Sillasen, M., Daugbjerg, P., Schmidt, J. Valero, P. (2011). Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisning i Danmark - læreres ressourcer og roller i reformprocesser, *MONA*, 2011-1.
- Sillasen & Sørensen (red.) (2022): *Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor Revideret udgave, 2022, 1. udgave, 2. oplag* https://engineerthefuture.dk/media/rtobuj2p/engineering-didaktik_web.pdf
- Sølberg, J. (2007). Udvikling af lokale naturfaglige kulturer. ph.d., Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Aarhus Universitet, København.
- Sølberg, J. (2022). <https://www.buzzsprout.com/2050402/12392106-evu-indsatser-i-folkeskolen-rekruttering-varighed-progression-og-evaluering>
- Thisted, J. (2009). *Forskningsmetode i praksis.* København: Munksgaard.
- Van Driel, J.H. & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), s. 26-28
- Van Driel J.H., Meirink J. A., van Veen, K. & Zwart R. C. (2012) Current trends and missing links in studies on teacher professional development in science education: a review of design features and quality of research, *Studies in Science Education*, 48:2, 129-160, DOI: 10.1080/03057267.2012.738020.
- Wahlgren, B. (2009): *Transfer mellem uddannelse og arbejde, Nationalt Center for Kompetenceudvikling.*
- Wahlgren (2013): *Transfer i VEU - Tolv faktorer der sikrer, at man anvender det, man lærer.*

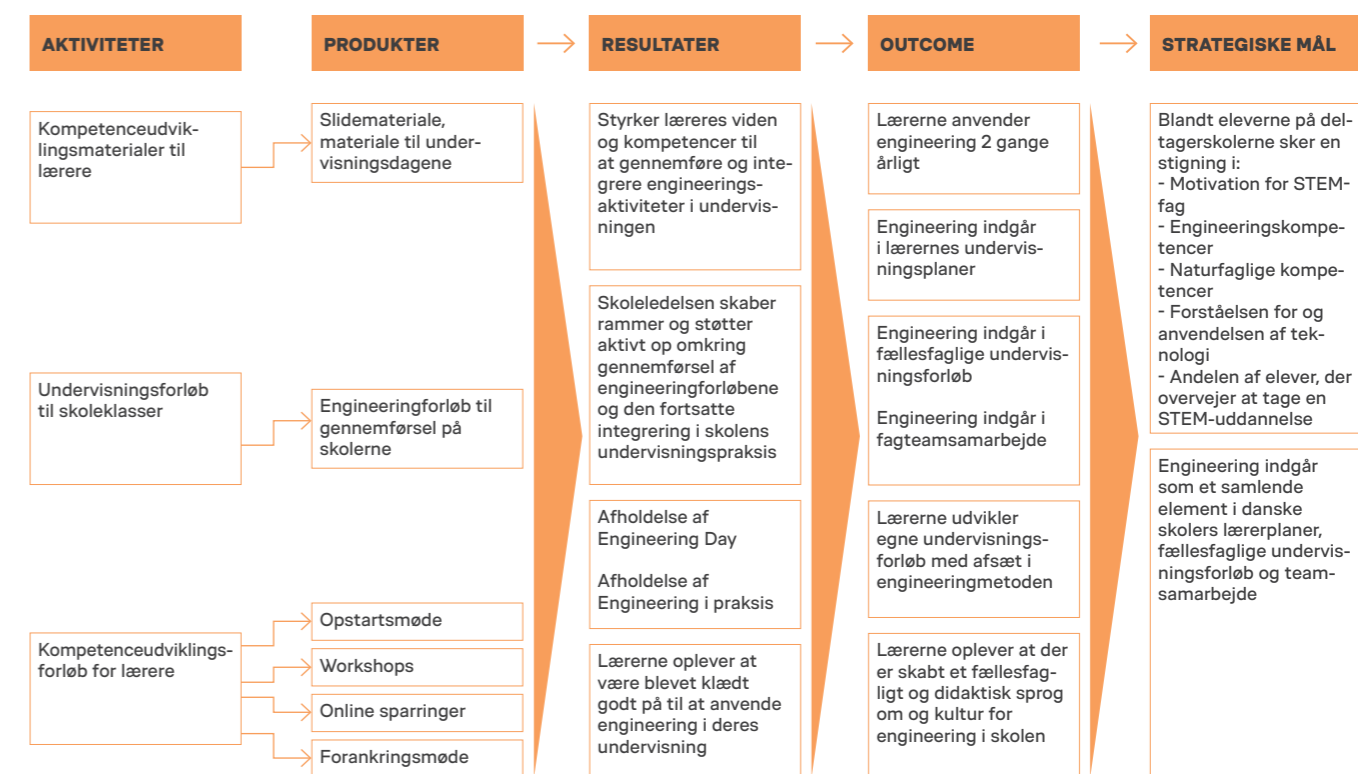
9 Bilag

- Interviewdeltagere
- Forandringsteori
- Interviewguide

Interviewdeltagere

Skole	Kommune/gruppe	Personer	Dato
Skolecenter Jetsmark	Jammerbugt Kommune (3-årig)	2 lærer	6. marts
Ringkøbing skole	Ringkøbing-Skjern Kommune (3-årig)	1 lærer	6. marts
Tåsingeskole	Svendborg Kommune (3-årig)	1 lærer	9. marts
Stokkebækskolen	Svendborg Kommune (3-årig)	3 lærere	10. marts
Morten Børup Skole	Skanderborg Kommune (3-årig)	3 lærere og 2 ledere	20. marts
Humlehøj-Skolen og Ulkebøl Skole	Sønderborg Kommune (1-årig)	5 lærere	20. marts
Kommunekonsulent	Sønderborg Kommune (1-årig)	1 kommunekonsulent	20. marts
Tarup skole	Odense Kommune (1/2-årig)	3 lærere	9. marts
Risbjerg skole	Hvidovre Kommune (1/2-årig)	2 lærere	20. april

Forandringsteori



Som grundlag for evaluering-designet har vi anvendt en opdateret forandringsteori. Denne forandringsteori baserer sig på en oprindelig forandringsteori fra ansøgningen om fortsættelse af Engineering i Skolen fra 2019 og er videreudviklet i samarbejde med NAFA-ekspertgruppen og Engineer the Future.

Interviewguide

Præsentation af interview og os

Velkommen og rammen for interviewet

- Tak for at I vil deltage i interviewet og hjælpe med at fortælle om jeres oplevelser af kompetenceudvikling i forbindelse med Engineering i Skolen
- Vi hedder Christina og Signe og kommer fra VIA University College. Det er os, der står for evalueringen af de forskellige kompetenceudviklingsforløb, der er blevet afprøvet i forbindelse med implementering af engineering-metoden i undervisningen.
- Tidsramme for interviewet: ca. 1 time
- Vi starter lige med en intro og orientering om interviewet

Vil spørge ind til:

- Din/jeres oplevelse af arbejdet med "Engineering i skolen"
- Udbytte og betydning for din/jeres praksis
- Vilkår for engineering på jeres skole
- Input til videreudvikling af kompetenceudviklingen

Formål

- Formålet er at blive klogere på hvordan man bedst muligt kan understøtte jer lærere i at implementere Engineering-metoden i undervisningen fremadrettet.
- *Interviewet bygger ovenpå spørgeskemaundersøgelsen og skulle gerne komme mere i dybden, men måske vil I opleve visse gentagelser.*

Samtykke

- Vi vil gerne optage interviewet, og vi skal derfor spørge, om I vil give samtykke det dette?
- Bruges kun til intern analyse, så vi sikrer at få jeres pointer med.
- Vi kontakter jer hvis vi vil bruge specifikke citater fra dit interview.

KLIK OPTAG!

Præsentation af informanten

- Til at starte med må I gerne fortælle lidt om jer selv:
- Hvilke fag underviser I i
- Klassetrin I underviser på
- Hvor længe har I undervist
- Har I tidligere arbejdet med metoder, der ligner dem fra engineering-forløbet?

Interviewspørgsmål

Opstart og motivation

Det første tema handler om selve opstarten på kompetenceudviklingsforløbet og hvilken motivation du havde for at deltage. Forløbet bestod jo af forskellige elementer med bl.a. workshop, online sparring, forberedelse og efterbehandling af Engineering Day og praksisafprøvning.

Hvilke dele af kompetenceudviklingsforløbet har I deltaget i?

- Opstartsmøde med kommune og skoler (1 + 3-årig model)
- Workshop – for lærere (4-5 timer afhængig af model)
- Online sparring
- Engineering Day
- Engineering i praksis (1 + 3-årig model)
- Forankringsmøde

Hvordan blev I **introduceret** til kompetenceudviklingsforløbet?

Hvordan vil I beskrive jeres **generelle motivation** for at deltage i kompetenceudviklingsforløbet?

- Evt. ændringer i motivationen undervejs

Oplevelser af kompetenceudviklingen

Det næste tema fokuserer på jeres oplevelser af kompetenceudviklingens relevans og anvendelighed i praksis.

Hvordan oplevede I de forskellige aktiviteter i forløbet? (workshop, online sparring, engineering day, praksisforløb og forankringsmødet)

- Hvordan oplevede I **opbygningen af forløbet**?

- **Input fra spørgeskema:**

- Fik I nok ud af **online sparring**?

Hvordan understøttede kompetenceudviklingen afholdelse af **Engineering Day og praksisforløbet**?

- Blev I godt nok klædt på?

Hvad var jeres oplevelse af **de færdige engineeringforløb**, som I kan anvendes i jeres undervisning på skolerne?

- Hvilke forløb? Erfaringer?

- **Forløb på hjemmesiden:** Ved I at der ligger nogle forløb på hjemmesiden? Bruger I dem? Rammer de det I har behov for? (fokus, niveau, længde)

Øvelse: Nu vil vi gerne lave en lille øvelse med jer. Vi læser nogle ufærdige sætninger, som I gerne må færdiggøre ved at skrive sætningens fortsættelse ned på et stykke papir:

- 1: "Det, der inspirerede mig mest ved forløbet var..."
- 2: "Det, der var mest brugbart fra EiS, og som jeg har taget med i min egen undervisningspraksis, er..."
- 3: "Hvis man skulle gøre noget anderledes i EiS, burde man..."

Interviewguide

Interviewspørgsmål

Udbytte af kompetenceudviklingen og betydning for praksis

I dette tema vil vi spørge jer om, hvad I fik ud af EiS-forløbet og hvilken betydning det har haft for jeres undervisningspraksis.

Hvordan vurderer I **overordnet set jeres udbytte** af kompetenceforløbene?

- Er I blevet styrket fagligt at det her forløb eller fået andet udbytte ud af det?

- (Spørgeskemaundersøgelse: ikke nyt – men systematik, inspiration + kollegial sparring)

Hvordan støttede forløbet jeres arbejde med at fremme de naturfaglige kompetencer hos eleverne?

- undersøgelseskompetencen, modelleringskompetencen, perspektiveringskompetencen, kommunikationskompetencen?

Sammenhæng: Spiller det sammen med andre metoder eller projekter I arbejder med?

Er engineering blevet indarbejdet i jeres **undervisningsplaner**?

- Hvorfor/hvorfor ikke?

Oplever I at engineering-forløbet har været med til at **ændre jeres undervisning** – eller tilføje noget nyt?

Forankring: Hvad er vigtigt at have fokus på for at få et forløb/metode som dette forankret hos lærerne?

- Tror du/I at du/I vil bruge engineering-metoden i jeres undervisning **de kommende år**? Hvorfor/hvorfor ikke?

Kultur og rammer for engineering i undervisningen

Det næste tema fokuserer på vilkårene på jeres skole i forhold til det at arbejde med engineering.

Hvordan vil I beskrive **vilkår på jeres skole** i forhold til det, at arbejde med engineering?

- Fokus, rammer og ressourcer

Samarbejder I om engineering i teams eller på tværs af team på skolen?

- Herunder evt. betydningen for det naturfaglige team.

Har I talt om, hvordan I **arbejder videre på skolen** med elementer eller temaer fra engineering-forløbet?

- På hvilken måde understøttede forankringsmødet dette?

- Hvad er de næste skridt?

Hvordan vil I beskrive **ledelsens opbakning og rammesætning** på skolen i forhold til engineering og naturfag?

Input til videreudvikling af kompetenceudviklingen

Til sidst vil vi runde af med at spørge ind til jeres input til, hvordan kompetenceudvikling omkring engineering-metoden kan videreudvikles i fremtiden.

Har I forslag til hvordan Engineering i skolen kan **forbedre kompetenceudviklingsforløb til andre skoler** i fremtiden?

(indhold, format, længde)

- Indholdet lærerne bliver præsenteret for?

- Formatet med vekslen mellem workshop, online sparring, engineering day og praksisafprøvning?

- Længden på forløbet?

Afslutning

Er der andet vi mangler at komme omkring? Noget I ønsker at tilføje?

Tusind tak for jeres hjælp

Så vil vi sige mange tak for jeres hjælp.

Praktisk

- Som sagt så arbejder vi nu på en evaluering, hvor vi interviewer forskellige lærere og skoleledere og er også i gang med en spørgeskemaundersøgelse blandt alle, der har deltaget i Engineering-forløbene.

- Når evalueringen er færdig i april/maj skal vi nok kontakte jer, så I kan se det endelige resultat.



