

# Midtvejsevaluering af Engineering i Skolen

Et kompetenceudviklingsforløb for grundskolelærere



Mette Slottved, Martin Foldager Hindsholm, Else Ladekjær, Amanda Bernholm  
Michaelsen og Morten Rask Petersen

**VIVE**

*Midtvejsevaluering af Engineering i Skolen  
– Et kompetenceudviklingsforløb for grundskolelærere*

© VIVE og forfatterne, 2022

e-ISBN: 978-87-7582-111-2

Forsidefoto: Ole Bo Jensen/VIVE

Projekt: 301699

Finansiering: VILLUM FONDEN

**VIVE**

Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd

Herluf Trolles Gade 11

1052 København K

[www.vive.dk](http://www.vive.dk)

VIVEs publikationer kan frit citeres med tydelig kildeangivelse.



## Forord

Engineering i Skolen (EiS) er et samarbejde imellem Astra, VIA University College, Københavns Professionshøjskole og teknologialliancen 'Engineer the Future'. Projektet er finansieret af VILLUM FONDEN og skal på lang sigt fremme børn og unges naturfaglige kompetencer og interesser og øge søgningen til de naturvidenskabelige uddannelser. På kort sig skal EiS gøre undervisningen i de naturvidenskabelige fag mere motiverende, vedkommende og udbytterig for eleverne i grundskolen.

VIVE evaluerer implementeringen af EiS i Ringkøbing-Skjern, Vejen, Ishøj, Jammerbugt, Skanderborg og Svendborg Kommuner, hvor naturfagslærere siden 2020 har fået kompetenceudvikling i engineering.

Midtvejsevalueringen af EiS skal give en dyb viden om implementeringen og forankringen af EiS-projektet i de seks kommuner. Evalueringen bygger på spørgeskemaundersøgelser blandt lærere i efteråret 2020 og 2021. Den bygger også på i alt 12 casebesøg, 2 i hver kommune, hvor der er gennemført interview med lærere, ledere og repræsentanter for de kommunale forvaltninger.

En stor tak til alle de lærere, ledere og elever, som har bidraget til dataindsamlingen, og til de kommunale forvaltninger for åbent at dele deres syn på og tilgang til projektet. Også en stor tak til 'Engineer the Future', professionshøjskolerne og naturfagskoordinatorerne i de seks kommuner for at støtte op om dataindsamlingen.

Midtvejsevalueringen er gennemført af projektleder og chefanalytiker Mette Slottved, senioranalytiker Martin Foldager Hindsholm, forsker Else Ladekjær og student Amanda Bernholm Michaelsen fra VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter i et samarbejde med docent og naturfagsdidaktisk ekspert Morten Rask Petersen fra UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole.

*Carsten Strømbæk Pedersen*

Forsknings- og analysechef for VIVE Børn og Uddannelse



# Indholdsfortegnelse

---

Hovedresultater og anbefalinger	6	
<hr/>		
1	Indledning	10
1.1	Engineering i Skolen (EiS) skal styrke naturfag	10
1.2	Midtvejsevalueringen af EiS skal give grundig viden	12
1.3	Midtvejsevalueringens design og metoder	12
<hr/>		
2	Implementeringen af engineering på skolerne	13
2.1	Lærerne har høj motivation for engineering	13
2.2	Lærerne er generelt tilfredse med kompetenceudviklingen	15
2.3	Lærerne oplever overordnet god sammenhæng mellem kompetenceudvikling og praksis	16
2.4	Lærerne oplever udfordringer i forhold til rammerne på skolerne	17
2.5	Ressourcelærerne spiller en vigtig rolle	20
2.6	Der er få udsving i kvaliteten af delprocessernes implementering	21
<hr/>		
3	Forankringen af EiS	24
3.1	Forankring på skolerne kræver kommunal opbakning og ledelsesmæssig prioritering	24
3.2	Forankringen af engineering er sårbar over for den enkelte kommunes prioritering	25
<hr/>		
4	Resultater	27
4.1	Kompetencer af relevans for engineering	27
4.2	Øvrig undervisningspraksis	30
4.3	Elevudbytte	33
<hr/>		
Litteratur	36	
<hr/>		
Bilag 1 Bilagstabeller og -figurer	37	

---

Bilag 2 Metode	41
Casebesøg og interviews	41
Spørgeskemaundersøgelser blandt lærere	44

---

Bilag 3 Måling af implementeringskvalitet	46
---	----

# Hovedresultater og anbefalinger

Engineering i Skolen (EiS) har siden 2020 udviklet kompetencer hos lærere i seks kommuner i den undersøgelses- og problembaserede undervisningstilgang engineering. VIVE har gennemført en midtvejsevaluering, hvis formål er at danne et vidensgrundlag for projektets videre udvikling og tilrettelæggelse i de seks kommuner, men også i en eventuel ny runde af kompetenceudvikling i nye kommuner.

Hovedresultaterne sammenfattes i afsnittene nedenfor. På baggrund af resultaterne giver vi, hvor det giver mening, anbefalinger til projektet og det videre arbejde med at implementere og forankre engineering i de seks kommuner og i eventuelt nye kommuner.

## Lærerne er motiverede og tilfredse med kompetenceudviklingen

Lærernes motivation for at lære og arbejde med engineering er generelt stor. Især ser det ud til at være et godt greb, at flere lærere fra samme skole modtager kompetenceudvikling sammen, og at projektet involverer udvikling i fagteams. Det øger lærernes motivation. Evalueringen tyder på, at kompetenceudviklingen i vid udstrækning er blevet omsat til praksis, og at hovedparten af lærerne også anvender engineering sammen med kollegaer, ligesom de sparrer med hinanden og samarbejder om at fastholde fokus på engineering. Både blandt skolechefer og skoleledere er der visse steder interesse for at udbrede engineering til andre faggrupper end naturfagslærere. Det kommer også til udtryk ved, at 18 pct. af de kompetenceudviklede lærere ikke underviser i naturfag.



Vi anbefaler på denne baggrund, at der udvikles eksempler på engineering-forløb, der inddrager andre faggrupper ud over naturfagslærere.

## Skoleledelsen spiller en central rolle for lærernes motivation

Evalueringen peger på, at opbakning fra skoleledelsen, tilstrækkelig med forberedelsestid, tilgængelige materialer og gode fysiske rammer er med til at

fremme såvel implementeringen som forankringen af engineering i skolernes praksis.

Især skoleledelsens opbakning er vigtig for at fastholde lærernes motivation for engineering. Selv om kompetenceudviklingen i engineering har indeholdt et spor for ledere, og de interviewede skoleledere generelt set bakker op om projektet, er denne opbakning ikke lige synlig for lærerne på alle skoler.

Kun halvdelen af lærerne i spørgeskemaundersøgelsen oplever eksempelvis, at ledelsen har en klar forventning om, at engineering implementeres i undervisningen. På de skoler, hvor opbakningen er tydelig for de interviewede lærere, viser lederne interesse for lærernes undervisning og udbytte af kompetenceudviklingen ved at skabe plads til møder i fagteams, planlægge skemafri dage med tid til forberedelse, løse praktiske udfordringer og ved at støtte afholdelsen af fx en Engineering-dag.



Vi anbefaler at fortsætte med ledersporet og evt. supplere det med konferencer, podcasts eller andre formidlingsprodukter og events, som kan bevare det ledelsesmæssige fokus på engineering efter kompetenceudviklingen.

## **Rollen som ressourcelærer er uklar**

I projektet indgår uddannelse af såkaldte ressourcelærere, som har en særlig rolle i forhold til sikre forankringen af engineering. Det fungerer godt nogle steder, men bredt set er rollen som ressourcelærer ikke veldefineret. Ressourcelærerne har derfor stor frihed til at definere deres egen rolle, hvilket medfører en stor variation ude på skolerne.

Ressourcelærerne oplever at stå med et stort ansvar for engineering i dagligdagen, og uden en tydeligt ledelsesmæssig opbakning kan det være svært at overbevise kollegaerne om, at engineering er vejen frem. Det vurderes, at en mere klar definition og evt. større understøttelse af rollen som ressourcelærer fra projektets side kan styrke dels den ledelsesmæssige prioritering af rollen, dels ressourcelærernes motivation til at gå forrest i implementeringsprocessen.



Vi anbefaler, at der fra projektets side bliver gjort mere ud at tydeliggøre rollen som ressourcelærer i forbindelse med kompetenceudviklingen – både af lærere og ledere. Vi anbefaler desuden, at projektet i højere grad understøtter funktionen. Det kan fx ske ved at etablere netværk, evt. i samarbejde med kommunerne.

## Kvaliteten af implementeringen har få udsving på tværs af de syv delprocesser

Generelt set finder vi kun få udsving i kvaliteten af lærernes implementering af de syv delprocesser, som et engineering-forløb består af. De syv delprocesser har fokus på at lære eleverne at: *forstå udfordringen, undersøge, få ideer, konkretisere, konstruere, forbedre og præsentere*. Evalueringen indikerer imidlertid, at kvaliteten er højest i delprocessen 'få idéer', mens kvaliteten er lavest i delprocesserne 'forbedre' og 'præsentere'. Interviewene bekræfter billedet af, at det kan være svært for lærerne at få eleverne til at forbedre deres produkt. Det handler ifølge lærerne dels om, at der er behov for at arbejde med elevernes forståelse af, at det er ok at fejle, dels om, at det tager tid at forbedre et produkt. Værkstedsforløb med fokus på de enkelte delprocesser kan være en vej til at træne elevernes kompetencer inden for engineering, inden de prøver kræfter med et fuldt forløb med produktudvikling for øje. I forbindelse med en ny version af didaktikken er der blandt andet også udviklet kortere engineering-forløb med fokus på udvalgte delprocesser.



Vi anbefaler, at der i kompetenceudviklingen bliver øget fokus på de delprocesser, hvor kvaliteten af implementeringen umiddelbart er lavest, særligt delprocessen 'forbedre'. Hvordan kan lærerne fx arbejde med forbedring i korte engineering-forløb, hvor tiden er begrænset?

## Den langsigtede forankring er afhængig af kommunernes prioriteringer

En vigtig intention bag projektet er at forankre brugen af engineering ude i kommunerne. Evalueringen tyder på, at samarbejdet mellem skolerne, kommunens forvaltning og den lokale kommunale naturfagskoordinator spiller en afgørende rolle for den mere langsigtede forankring af engineering på skolerne. Det er fx med til at fremme forankringen, når engineering tænkes ind i en større sammenhæng med andre kommunale projekter på naturfagsområdet, og når kommunens naturfagskoordinator bakker op ved at skabe et synligt fokus på engineering ude på skolerne. Forankringen af engineering er sårbar for kommunernes forskellige prioriteringer af naturfagsområdet, herunder koordinatorfunktionen.



Vi anbefaler, at der fra projektets side anlægges en strategi for forankring, som tager højde for den frihed, flere kommuner har til at prioritere og forankre engineering ude på skolerne. Det kan fx gøres ved at styrke det fokus på forankring, som allerede er tænkt ind i kompetenceudviklingens lederspor. Et muligt greb kan være, at lederne sammen med lærerne skal udarbejde en egentlig forankringsplan som en del af workshop 4.



## **Lærerne har udviklet deres kompetencer inden for engineering**

Vores analyser viser, at lærerne har haft et positivt udbytte af kompetenceudviklingen i engineering. På næsten alle de målte kompetencer af relevans for engineering vurderer lærerne sig mere kompetente i 2021 end i 2020. Udviklingen er særligt stor i forhold til at undervise i designprocesser.

Selvom der er sket positive udviklinger i lærernes kompetencer, er der stadig plads til udvikling. Eksempelvis føler kun omkring halvdelen af lærerne sig tilstrækkeligt klædt på til at facilitere eleverns arbejde med forbedring af konkrete løsningsforslag. Denne pointe understøttes af, at vi også målte den dårligste implementeringskvalitet i forhold til delprocessen 'forbedre'.

Det forventes, at udviklingen i lærernes kompetencer på sigt kan føre til, at der også sker en ændring af deres generelle praksis. På nuværende tidspunkt kan vi dog ikke dokumentere en sådan udvikling. Generelt er lærernes undervisningspraksis kun i begrænset omfang præget af kendetegn ved engineering, fx at man stiller eleverne opgaver, der har udgangspunkt i virkelige udfordringer, eller som man ikke selv kender svaret på.

## **Lærerne vurderer elevernes udbytte positivt**

Lærerne er meget positive i deres vurderinger af elevernes udbytte af engineering. De fleste lærere vurderer således, at deres brug af engineering styrker elevernes naturfaglige kompetencer. Herudover vurderer 9 ud af 10 lærere, at engineering stimulerer elevernes kreativitet og innovationsevne. Tilsvarende angiver blot 1 ud af 10 lærere, at brug af engineering går negativt ud over elevernes normale faglige læring.

# 1 Indledning

Projektet Engineering i Skolen (EiS) indebærer en omfattende kompetenceudvikling i den undersøgelses- og problembaserede engineering-didaktik i seks danske kommuner. Denne midtvejsevaluering afdækker lærernes oplevelser med kompetenceudviklingen, implementeringen og forankringen af engineering samt projektets foreløbige resultater på lærernes undervisningspraksis og elevernes udbytte.

## 1.1 Engineering i Skolen (EiS) skal styrke naturfag

Engineering er en undersøgelses- og problembaseret tilgang til undervisning, hvor læreren med udgangspunkt i fremstillingen af et konkret produkt relateret til en autentisk problemstilling fører eleverne igennem syv delprocesser. De syv delprocesser træner elevernes evne til at undersøge, få idéer, konkretisere, konstruere, forbedre og præsentere ved brug af naturfaglig viden og metoder. De syv delprocesser fremgår af Tabel 1.1.

**Tabel 1.1 De syv delprocesser i engineering-metoden**

1. Forstå udfordringen	2. Undersøge	3. Få idéer	4. Konkretisere	5. Konstruere	6. Forbedre	7. Præsentere
Læreren præsentere udfordringen. Elevgrupper og lærer bliver enige om mål og rammer for det kommende arbejde. Grupperne beskriver udfordringen med egne ord.	Elevgrupperne kortlægger relevant viden, de får brug for. De skaffer og tilegner sig viden.	Elevgrupperne forhandler og vælger idéer, de vil gå videre med.	Elevgrupperne konkretiserer skitserer og vælger materialer. De planlægger det videre arbejde og fordeler opgaver.	Elevgrupperne virkeliggør deres ide til prototype med valgte materialer og redskaber.	Elevgrupperne tester, evaluerer og forbedrer prototypen.	Elevgrupperne præsentere løsninger, overvejer om designprocessen og valg truffet undervejs.

Kilde: Engineer the Future & Astra

Engineering er inspireret af ingeniørers måde at arbejde på og træner eleverne i kreative og gruppebaserede designprocesser, der kan ses som et opgør med den traditionelle lærerbogsstyrede undervisning i naturfag.

Siden efteråret 2020 har lærere i seks kommuner – Ishøj, Skanderborg, Svendborg, Ringkøbing-Skjern, Jammerbugt og Vejen – deltaget i kompetenceudvikling

i engineering. Vejen Kommune trådte først ind i projektet i løbet af 2021 og er således ikke så langt i implementeringsprocessen som de øvrige kommuner.

### **1.1.1 Kompetenceudviklingen bygger på QUEST-modellen**

Kompetenceudviklingen er gennemført på alle danske professionshøjskoler med undtagelse af Professionshøjskolen Absalon. Den baserer sig på erfaringer fra QUEST-modellen, som er en veldokumenteret model for skolebaseret kompetenceudvikling. Med udgangspunkt i modellen gør projektet brug af vekseluddannelse og aktionslæringsprincipper. Samtidig foregår kompetenceudvikling i læringsfællesskaber, så organisationen – skolen og fagteamet – udvikler sig samtidigt med den enkelte lærer.

Konkret består hvert kompetenceudviklingsforløb af fire workshops fordelt over et halvt skoleår. Mellem hver workshop er der praksisperioder med aktionslæring, hvor lærerne blandt andet kan afprøve engineering-forløb, som de i løbet af kompetenceudviklingen har udviklet til deres elever. Kompetenceudviklingen involverer også et lederspor, der har til formål at give lederne indblik i engineering og ikke mindst lærernes udfordringer med henblik på at styrke implementeringen og forankringen. Konkret deltager lederne på den første og sidste workshop i forløbet.

Ligeledes for at sikre implementering og forankring af engineering på sigt har projektet uddannet særlige ressourcelærere på skolerne. Målet er at have nogle særligt kompetente lærere, som kan støtte deres kollegaer i implementeringen af engineering. Ressourcelærerne var de første, der modtog kompetenceudvikling.

Mens ovenstående har været gennemgående principper i modellen på tværs af kommuner, er der foretaget lokale tilpasninger i forhold til andre initiativer i de deltagende kommuner, fx har kompetenceudviklingen et kernepensum, men det øvrige faglige indhold kan tilpasses de lokale behov. Den præcise model for implementering har altså varieret.

Med henblik på at sikre den lokale forankring af projektet inddrages de kommunale naturfagskoordinatorer aktivt i hver workshop. Koordinatorerne fungerer som bindeled mellem professionshøjskolerne, der forestår kompetenceudviklingen, lederne og lærerne.

## 1.2 Midtvejsevalueringen af EiS skal give grundig viden

Midtvejsevalueringen af EiS undersøger implementeringen og den foreløbige forankring af EiS på forvaltnings-, skole- og lærerniveau med henblik på at udpege faktorer, som henholdsvis hæmmer og fremmer implementering og forankring af engineering på skolerne og i forvaltningerne. Endvidere sætter midtvejsevalueringen fokus på lærernes oplevelser med kompetenceudviklingen og deres erfaringer med at gennemføre engineering-forløb, ligesom foreløbige resultater vurderes.

Formålet med midtvejsevalueringen er hovedsageligt at danne et vidensgrundlag for projektets videre udvikling og tilrettelæggelse både i de seks kommuner, men også i en eventuel ny finansieringsrunde med henblik på kompetenceudvikling i nye kommuner.

## 1.3 Midtvejsevalueringens design og metoder

Midtvejsevalueringen baserer sig på en omfattende kvantitativ såvel som kvalitativ dataindsamling. Den kvantitative del består af spørgeskemaundersøgelser blandt lærere gennemført i efteråret 2020 og 2021. I 2021 deltog i alt 185 lærere i undersøgelsen. Spørgeskemaet er begge år sendt ud til alle lærere, som enten allerede havde modtaget kompetenceudvikling, var i færd med det eller skulle i gang senere i projektet. Størstedelen af lærerne, som svarede på spørgeskemaet i 2021, var enten i gang med eller havde deltaget i kompetenceudvikling.

Det kvalitative datagrundlag baserer sig på i alt 12 casebesøg på skoler, hvor der i løbet af efteråret og vinteren 2021 er gennemført interviews med ledere og kompetenceudviklede lærere herunder ressourcepersoner. De 12 skoler er udvalgt i samarbejde med de kommunale naturfagskoordinatorer ud fra en 'most different'-strategi. Det vil sige, at der i hver af de seks kommuner er udvalgt to skoler, som afspejler kommunens variation i forhold til både elevsammensætning og implementering af engineering.

Ud over interviews med lærere, skoleledere og ressourcepersoner er der gennemført interviews med skolechefen eller en anden ledelsesrepræsentant for hver af de seks skoleforvaltninger.

Bilag 2 uddyber det metodiske grundlag for midtvejsevalueringen.

## 2 Implementeringen af engineering på skolerne

I dette kapitel præsenteres vores analyser af den foreløbige implementering af engineering. Vi beskriver, hvordan implementeringen er foregået og med hvilken kvalitet, og vi fokuserer i analysen særligt på de faktorer, som har vist sig at hhv. fremme og hæmme implementeringen. Sidstnævnte analyse tager udgangspunkt i transferforskningen (Wahlgren, 2009). Konkret har vi i spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere afdækket tre faktorer, som alle vurderes at have betydning for lærernes transfer, dvs. om de i deres undervisningspraksis anvender det, de har lært i kompetenceudviklingen (Wahlgren, 2009). De tre faktorer er: 1) lærernes motivation for engineering, 2) lærernes oplevelse af sammenhæng mellem kompetenceudvikling og praksis og 3) ledelsens og kollegernes opbakning. De tre faktorer har også fået opmærksomhed under interview, hvor vi ud fra en mere undersøgende tilgang har kunnet identificere flere supplerende faktorer af relevans for implementering og omsætning af viden til praksis.

De tre faktorer er styrende for kapitlets struktur. Undervejs beskrives implementeringen, mens kapitlet afsluttes med en vurdering af kvaliteten af implementeringen i forhold til de syv delprocesser i et engineering-forløb.

Analyserne viser, at lærernes motivation for at lære og implementere engineering er stor, og at der generelt er tilfredshed med kompetenceudviklingen. Til gengæld er rammerne for, at lærerne kan anvende det, de har lært, nogle steder udfordret. Især fremhæves mangel på forberedelsestid, mangel på materialer og mangel på gode fysiske rammer som en udfordring.

### 2.1 Lærerne har høj motivation for engineering

Hovedparten af de lærere, som har modtaget kompetenceudvikling ønsker at implementere engineering i deres undervisning. Det fremgår af Figur 2.1. Ligeledes vurderer hovedparten, at metoden vil være med til at løfte kvaliteten af deres undervisning. Begge dele vidner om en relativt høj motivation for engineering blandt lærerne.

**Figur 2.1 Lærernes motivation for at arbejde med engineering**



Anm.: N = 157. Lærere, der endnu ikke har modtaget kompetenceudvikling, er frasortet. Positivt svar = enig eller meget enig, neutralt svar = hverken enig eller uenig og negativt svar = uenig eller meget uenig.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

Den høje motivation kommer blandt andet til udtryk ved, at 78 pct. af de kompetenceudviklede lærere på trods af coronanedlukninger har anvendt engineering i det seneste skoleår.

### 2.1.1 Fokus på at udvikle fagteams øger lærernes motivationen

Projektets vægt på at udvikle fagteams tyder på at øge lærernes motivation for engineering og fremme deres samarbejde om implementeringen af engineering-forløb. 81 pct. af de kompetenceudviklede lærere svarer således bekræftende på, at de har anvendt engineering sammen med andre lærere. Flere lærere oplever, at det kræver en fælles indsats at køre engineering-forløb. Samtidig oplever de lærere, som har gennemført kompetenceudvikling sammen, at de har stor gavn af at kunne sparre med hinanden både undervejs og efterfølgende. De fortæller generelt, at de har fået meget ud af EiS kollegialt og samarbejder om at fastholde fokus på engineering.

*Vi fire var afsted sammen. Det er blevet et fælles projekt for os, og det har givet noget. Vi har kunnet sparre med hinanden og hjælpe hinanden med materialer osv. Jeg tror, at det har været vigtigt. Det har styret os igennem det. Vi har haft hinanden og kunnet bruge hinanden. (Lærer)*

Den fremhævede røde boks beskriver et konkret eksempel fra en skole, der viser betydningen af motiverede lærere. Eksemplet illustrerer værdien af, at lærerne arbejder sammen om at udbrede engineering på skolen.

## Gulerodskage til hele skolen

En på papiret enkel opgave med at bage gulerodskage til hele skolen medførte et længerevarende engineering-forløb. En gruppe lærere, der var motiveret for sammen at afprøve engineering i praksis, besluttede nemlig, at eleverne selv skulle dyrke gulerødderne. Det fik eleverne i gang med at undersøge, hvordan man bedst får gulerødder til at vokse, og hvad der er de mest optimale jordbundsforhold. Eleverne fik også afprøvet og undersøgt effekterne af forskellige typer af gødning. Sommerferien viste sig som en udfordring for projektet, for hvordan skulle vanding af gulerødderne i ferien foregå? Her var den første ide at få en person til at komme og vande, men med lærerstøtte og elevernes engagement i processen blev der udviklet og afprøvet forskellige vandingsanlæg, og resultatet – eller gulerodsudbyttet – blev over al forventning.

Projektet lykkedes, og det var en festdag, da der var gulerodskage til alle på skolen. Det er noget, eleverne husker og taler om.

En af lærerne siger om forløbet med at bage gulerodskage til hele skolen:

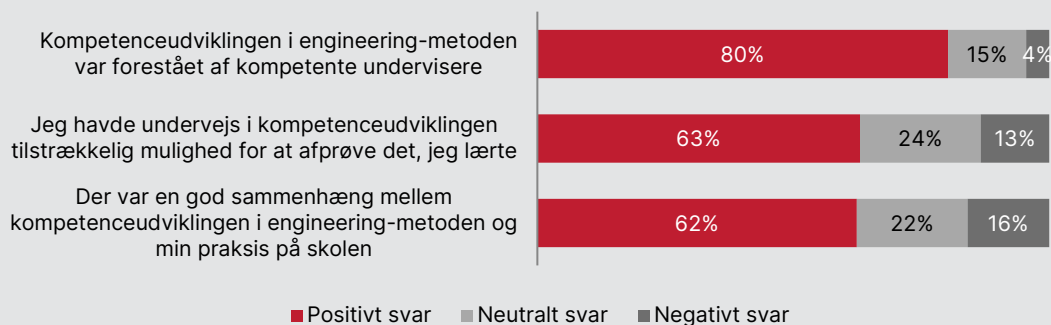
*Det har været fedt, at vi har kunnet samarbejde på kryds og tværs af de forskellige fag om praktiske opgaver, såsom at bygge insekthoteller, vandingsanlæg mv. Det har været mega fedt. I stedet for, at man sidder på sin bagdel, så er man aktiv og får tingene i hænderne. Det giver en god energi for eleverne.*

Eksemplet med gulerodskagen viser, hvordan et forløb kan ende ud i flere små forløb, hvor engineering bliver en tankegang, som danner basis for flere og flere projekter. Derudover fremhæver lærerne, at koblingen til den virkelige verden motiverer mange elever. For lærerne var der også meget læring i forløbet og samarbejde på tværs af fag.

## 2.2 Lærerne er generelt tilfredse med kompetenceudviklingen

Både spørgeskemaundersøgelse og interview tyder på, at lærerne overvejende har været tilfredse med kompetenceudviklingen, og at vekselvirkningen mellem workshops og undervisning har øget sandsynligheden for, at de fik omsat det lærte til praksis. Eksempelvis vurderer langt hovedparten af lærerne, at kompetenceudviklingen i engineering blev forestået af kompetente undervisere (se Figur 2.2).

**Figur 2.2 Lærernes tilfredshed med kompetenceudviklingen**



Anm.: N = 157. Spørgsmålene er kun stillet lærere, der har modtaget kompetenceudvikling. Positivt svar = enig eller meget enig, neutralt svar = hverken enig eller uenig og negativt svar = uenig eller meget uenig.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

Der har undervejs i forløbet været corona og nedlukninger af skoler, hvilket har gjort det vanskeligere for lærerne at gennemføre engineering-forløb. Det er tydeligt, at online-undervisning og undervisning i engineering ikke er foreneligt for lærerne, og interviewene giver ingen eksempler på, at lærere har gennemført engineering-forløb online. Det har kompetenceudviklingen heller ikke været lagt an på.

## 2.3 Lærerne oplever overordnet god sammenhæng mellem kompetenceudvikling og praksis

Trods corona svarer over 60 pct. af lærerne, at der er god sammenhæng mellem kompetenceudviklingen og praksis. Interviewene peger på, at det er et udtryk for mange af de samme faktorer, som er med til at motivere lærerne for engineering. Lærerne udtrykker tilfredshed med muligheden for at forberede engineering-forløb på selve kurset og for selv at prøve et engineering-forløb og sidde med de samme udfordringer, som eleverne oplever.

Et bredt udbud af kvalitetssikrede undervisningsmidler, der bygger på engineering, har haft til formål at understøtte anvendelsen af engineering i lærernes daglige praksis. Den relativt høje andel af lærere, som har anvendt allerede udviklede forløb, tyder på, at undervisningsmidlerne har virket efter hensigten.



Intentionen med EIS var oprindeligt at kompetenceudvikle naturfagslærere. Det viste sig dog, at det på nogle skoler ville dreje sig om ganske få eller blot en enkelt lærer. Derfor valgtes man at udvide målgruppen, så både lærere i matematik, håndværk og design samt dansk kunne deltage. Det skete for at sikre et fællesskab omkring projektet og for at opnå en bred forankring på skolen. Evalueringen tyder på, at det har været en god beslutning. Ofte ser både ledere og lærere nemlig engineering som en tværfaglig metode, der med fordel kan breddes ud til flere fag på skolen. Nogle lærere påpeger, at de har meget samarbejde med kollegaerne i deres årgangsteams, og at det derfor er en styrke for implementeringen, hvis flere lærere på tværs af fag er kompetenceudviklet i engineering. Da både kompetenceudviklingen og didaktikken som udgangspunkt var målrettet naturfag, oplever lærerne dog, at det kan være svært at overbevise ikke-naturfagslærere om engineeringens relevans for andre fag end naturfag.

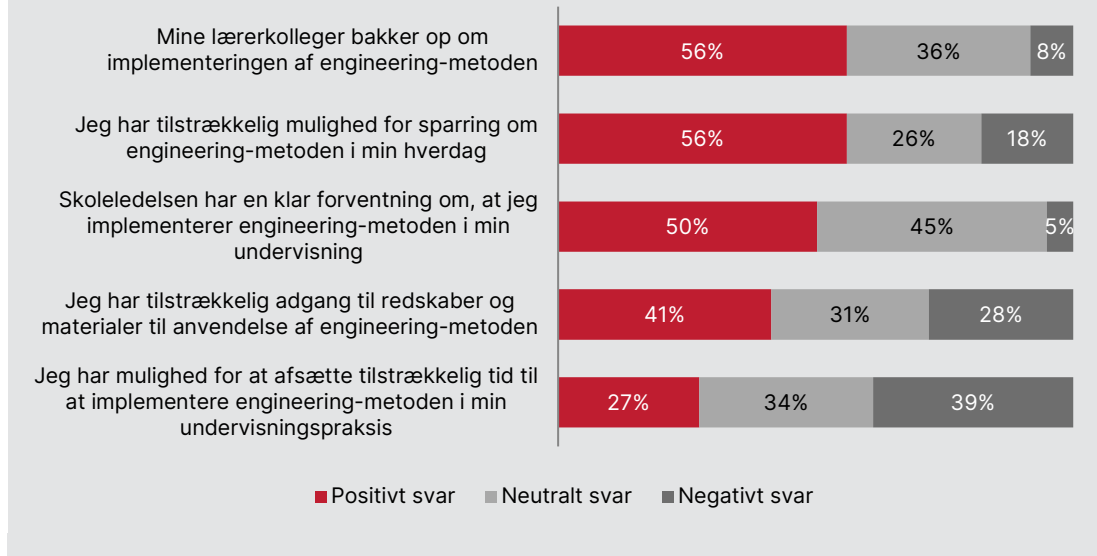
Lærere, som ikke er naturfagslærere, beskriver også en oplevelse af, at kompetenceudviklingen i nogle tilfælde har været utilstrækkeligt tilpasset deres faglige baggrund. Interviewene giver også eksempler på matematiklærere, som efterspørger undervisningsmidler målrettet engineering-forløb i matematik. Blandt de kompetenceudviklede lærere underviser mindst 82 pct. i et naturfag. Blandt de 18 pct., der ikke underviser i naturfag, ses en lavere andel (46 pct.), der har oplevet en god sammenhæng mellem kompetenceudviklingen og deres praksis på skolen. For et fuldt overblik over de kompetenceudviklede læreres undervisningsfag, se Bilagsfigur 1.2.

## **2.4 Lærerne oplever udfordringer i forhold til rammerne på skolerne**

Lærerne er i spørgeskemaet og i interviews både blevet spurgt til deres overordnede oplevelser af opbakningen til engineering og til den mere konkrete udmøntning i form af den tid, de materialer og de muligheder for sparring, som lærerne oplever at have til rådighed. Under ét betegnes disse forhold som 'transferklimaet'.

Figur 2.3 viser lærernes oplevelser af transferklimaet. Resultaterne peger på en række udfordringer. Kun 27 pct. mener, at de har nok tid til at implementere EIS i deres undervisning. Lidt under halvdelen af lærerne oplever at have tilstrækkelige materialer til rådighed til at arbejde med engineering, og kun halvdelen oplever, at ledelsen har en klar forventning om, at engineering implementeres i undervisningen.

**Figur 2.3 Lærernes oplevelser af transferklimaet på skolen**



Anm.: N = 157. Lærere, der endnu ikke har modtaget kompetenceudvikling, er frasortet. Positivt svar = enig eller meget enig, neutralt svar = hverken enig eller uenig og negativt svar = uenig eller meget uenig.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

Resultaterne indikerer, at der er plads til forbedringer, når det kommer til transferklimaet. I det følgende udfoldes perspektiver på betydningen af blandt andet skoleledelse, tid og adgang til materialer, når det gælder implementering af EiS.

### 2.4.1 Tydelig opbakning fra skoleledelsen er vigtig for lærerne

Kompetenceudviklingen har også indeholdt et lederspor for at understøtte ledelsens rolle i implementeringen på skolerne. Det har både involveret videndeling med lærerne, introduktion til engineering og organisatorisk sparring for at sikre forankring. Ledelserne har rigtigt mange pæne ord om ledersporet, men i praksis er der samtidig en del ledere, som indrømmer, at de ikke har fulgt sporet i det omfang, der var lagt op til. Begrundelsen er typisk mangel på tid og altså ikke en mangel på interesse eller opbakning til EiS-projektet. Lederne har i forbindelse med coronapandemien oplevet et ekstra stort pres på deres tid. Det kan have fjernet fokus fra engineering.

Interviewene på skolerne tegner et billede af, at skolelederne generelt bakker op om EiS-projektet, men at opbakningen ikke er lige synlig for lærerne på alle skoler. En tydelig opbakning fra skoleledelsens side synes imidlertid at være vigtig for at fastholde lærernes motivation for engineering og dermed for at få omsat kompetenceudviklingen til praksis.

Lederne kan fx bakke op ved at vise interesse for lærernes undervisning og udbytte af kompetenceudviklingen, skabe plads til møder i fagteams, hjælpe lærerne med at løse praktiske udfordringer, planlægge skemafri dage med tid til forberedelse, støtte op om afholdelsen af en Engineering-dag og ved selv at prioritere tid til ledersporet i EiS-projektet.

På de skoler, hvor ledernes opbakning er mindre tydelig, efterspørger lærerne nogle klare mål for projektet og en mere direkte opfølgning og involvering fra ledelsens side. De efterspørger fx, at ledelsen tænker engineering ind i årsplanlægningen og derved sikre ressourcer til engineering. Lærerne vurderer, at det er vigtigt, hvis engineering skal implementeres bredere i undervisningen end i temadage, projektuger og lignende. Nedenstående citat illustrerer desuden, at hvis ledelsen involverer sig for lidt, kan lærerne opleve at stå alene med implementeringsopgaven:

*Jeg tænker, at ledelsen skal sige, at de bakker op. De skal melde ud, at de har en mission med det, ellers bliver det nogle udvalgte, der kommer videre med det. (Lærer)*

#### **2.4.2 Mangel på tid til planlægning er lærernes største barriere for implementering af engineering**

På tværs af interviewene nævner lærere og ressourcelærere mangel på tid – og særligt tid til forberedelse – som den væsentligste barriere for gennemførelsen af engineering-forløb og forankring på sigt. Lærerne brugte gennemsnitligt 5,2 timer på at forberede deres seneste forløb, hvilket også indikerer, at forløbene er grundigt forberedte (se fordeling af tid brugt på forberedelse og gennemførelse i Bilagsfigur 1.4). Manglen på tid er især en barriere på de skoler, hvor der ikke er indlagt faste projekt- eller fagdage og/eller emneuger.

Derudover fremhæver lærerne det som en hindring, at naturfagstimerne ofte ligger spredt, og at det kan være svært at gennemføre et engineering-forløb på 45 eller 90 min., svarende til 1-2 lektioner. Citatet nedenfor afspejler en udbredt opfattelse af, at man som lærer ikke kan arbejde engineering-orienteret inden for den tid, der er afsat til en normal lektion. Begrundelsen lyder, at én lektion ikke er tid nok til at arbejde med et tværfagligt og projektorienteret engineering-forløb.

*Hvordan kan man arbejde engineering-orienteret i 45 min? Det kan man ikke. Engineering er at tage flere fag ind i et forløb og bruge fagene til at nå givent mål. Vi skal ikke tænke fagfagligt, men vi skal inddrage fagene i en proces for at nå et mål. Det er en virksomhedstankegang. (Lærer)*

### 2.4.3 De fysiske rammer og tilgængeligheden af materialer er vigtige for implementeringen

Ressourcelærere og lærere peger på, at det er vigtigt at have de fornødne materialer og lokaler til at gennemføre engineering-forløb.

Teknologialliancen Engineer the Future har haft en bevidst strategi om at skabe synergi mellem EiS og Makerspace-projektet. Et Makerspace er et fast laboratorium med diverse materialer og maskiner, og det etableres typisk på en skole. En stor del af skolerne i EiS er med i Makerspace-projektet og har derfor både materialer og fysiske rammer til at gennemføre engineering-forløb. Evalueringen tyder på, at de skoler, som har et Makerspace, har en stor fordel i implementeringen sammenlignet med de skoler, der ikke har.

Materialevogne, som flere skoler har fået finansieret gennem EiS, fremhæves også som et element, der understøtter engineering i dagligdagen. Lærerne fortæller, at det gør det nemmere at gå i gang med engineering, når de har materialerne samlet og nemt kan tage dem med ind i forskellige klasser. På de skoler, hvor de mangler materialer og økonomi til indkøb, opleves det som en barriere. En lærer fortæller, at hun ofte køber materialer for egne penge.

## 2.5 Ressourcelærerne spiller en vigtig rolle

Rollen som ressource lærer er tænkt som et vigtigt led i at fremme implementeringen og forankringen af engineering ude på skolerne. Tanken i projektet har været at sikre en slags ambassadører ude på skolerne. Ressourcelærerne er udvalgte lærere fra hver skole, som er særligt engagerede og brænder for at lære og afprøve engineering. De modtager som de første kompetenceudviklingen i engineering og oplæres i at støtte og vejlede kollegaer, så de under implementeringen kan fungere som gennemgående ressourcepersoner for fagteamet.

Af interviewene fremgår det, at ressource lærerne spiller en central rolle i at håndtere eventuel modstand mod eller usikkerhed over for engineering blandt kollegaer. Modstanden og usikkerheden handler ifølge ressource lærerne om to ting: 1) hvorvidt metoden er god nok til at bidrage med fagfaglig viden, og 2) at engineering lægger op til en anderledes lærerrolle, hvor læreren i højere grad skal fungere som vejleder frem for at være den, der kender svaret. Ressource læreren spiller i begge tilfælde en vigtig rolle i at sparre med lærerne og få dem til at se værdien af engineering, Følgende citat udtrykker den modstand, som en ressource lærer oplever hos nogle af sine kollegaer:

*Der er mange lærere, som er bange for at miste kontrol. Nogle af de mere resultatorienterede lærere synes fx, at det er synd for børnene,*

*at vi ikke kommer med færdige resultater i denne her form for undervisning. (Ressourcelærer)*

Eleverne skal ligesom lærerne vænne sig til den anderledes lærerrolle, og det kræver, at man som lærer har tillid til, at eleverne lærer og udvikler sig fagligt via processerne i engineering. Her fremhæver flere ressourcelærere selv, at de har en vigtig rolle i at gå forrest og vise, at engineering virker, og fortælle om deres positive erfaringer.

### **2.5.1 Stor variation i ressourcelærerrollen ude på skolerne**

På flere skoler er det en naturfagsvejleder eller Makerspace-ansvarlig, der har rollen som ressourcelærer. Rollen består typisk i at følge med i skolens engineering-forløb, understøtte lærerne og være kommunikationsled til leder eller forvaltning. Oftest har ressourcelærerne dog kun EiS som en mindre del af deres opgave som ansvarlig for naturfag eller Makerspace.

Bredt set er rollen som ressourcelærer ikke veldefineret, og ressourcelæreren har derfor en stor frihed til at definere sin egen rolle. Det medfører en stor variation ude på skolerne og gør funktionen meget afhængig af ildsjæle og af den enkeltes tilgang til at udfylde rollen. På de skoler, hvor rollen ikke varetages af en person, som brænder for engineering, og hvor ledelsen heller ikke sætter mål for rollen, risikerer ressourcelæreren direkte at blive en stopklods for udbredelsen af engineering på skolen.

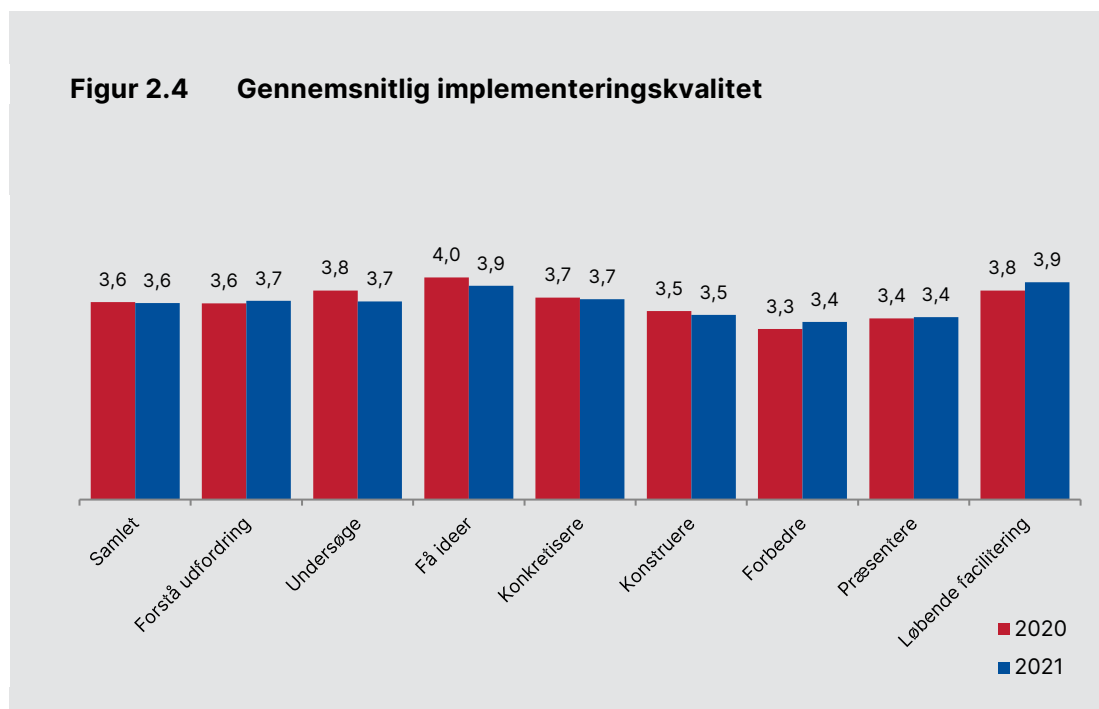
Ressourcelærerne ønsker i flere tilfælde, at ledelsen mere direkte støtter og involverer sig i at definere deres rolle som ressourcelærere. Det kunne styrke den ledelsesmæssige prioritering af rollen og fremme ressourcelærernes motivation til at gå forrest i implementeringen, hvis EiS-projektet skærpede definitionen og evt. understøttelsen af rollen.

## **2.6 Der er få udsving i kvaliteten af delprocessernes implementering**

Engineering består af syv delprocesser. Målet med at kompetenceudvikle lærere er at opbygge kompetencer hos eleverne, der gør dem i stand til at anvende alle syv delprocesser i engineering. Vi har derfor målt kvaliteten af implementeringen ved at lade lærerne forholde sig til en række udsagn om deres undervisning i hver af de syv delprocesser (se Bilag 3). Fordi en høj implementeringskvalitet også kræver, at læreren påtager sig en mere faciliterende rolle, end de ofte er vant til, har vi suppleret målene for kvalitet i hver af delprocesserne med et mål for kvaliteten af lærernes løbende facilitering.

Udsagnene er formuleret med udgangspunkt i en systematisk gennemgang af beskrivelsen af engineering (Auener et al., 2018). Lærerne har vurderet udsagnene på en skala fra 1 (meget uenig) til 5 (meget enig). Er lærerne enige i et udsagn, er det et tegn på, at kvaliteten af implementeringen er høj.

Af Figur 2.4 fremgår det, at der er ganske få udsving i kvaliteten på tværs af de enkelte delprocesser og på tværs af 2020 og 2021.



Anm.: N (2020) = 43, N (2021) = 143. Lærere, der endnu ikke har modtaget kompetenceudvikling, er sorteret fra. Spørgsmålene er kun stillet lærere, der har anvendt engineering-metoden i dette eller det seneste skoleår.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2020 og 2021

### 2.6.1 Svært at få eleverne til at bruge tid på forbedring

Både i 2020 og i 2021 indikerer lærernes svar, at kvaliteten af implementeringen er højest i delprocesserne 'få idéer' og i lærernes løbende facilitering, mens kvaliteten er lavest i delprocesserne 'forbedre' og 'præsentere'. Interviewene bekræfter billedet af, at det kan være svært for lærerne at få eleverne til at forbedre deres produkt. Det handler ifølge lærerne dels om, at der er behov for at arbejde med elevernes forståelse af, at det er ok, at man ikke laver det perfekte produkt i første forsøg, dels om, at det tager tid at forbedre et produkt. Lærerne beskriver desuden, hvordan det i det hele taget kan være svært at få eleverne til at dvæle ved de enkelte delprocesser, og at de typisk meget gerne vil i gang med at få idéer og konstruere.

## 2.6.2 Mere fokus på produktudvikling end metodekendskab

### Værkstedsløb med fokus på elevernes læreproces

Et team af naturfagslærere i 9. klasse beskriver, hvordan det i deres engineering-forløb var vigtigt at holde fokus på processerne og ikke på det slutprodukt, som kom ud af undervisningsforløbet. Forløbet tilrettelagde de ved at etablere tre værksteder, der hvert havde fokus på udvalgte delprocesser. På den måde kunne eleverne fysisk bevæge sig ind og ud af de forskellige delprocesser og blive bevidstgjort om den del af processen, som de var i gang med. En lærer forklarer:

*Et sted skulle de undersøge noget. Et andet sted skulle de udvikle ideer. På den måde sikrede vi fokus på de forskellige processer i metoden. Vi ser det ikke som en trappe, men som nogle processer, eleverne bevæger sig ind og ud af. Præsentationen af slutproduktet skal være det mindste. Der skal være mere fokus på læringsprocessen i det hele. (Lærer)*

Af interviewene med lærerne fremgår det, at selve produktudviklingen let kan komme til at tage fokus fra elevernes oplæring i forhold til de syv delprocesser i engineering. Denne faldgrube har en gruppe lærere på 9. klassetrin forsøgt at imødegå ved som beskrevet i boksen, at afholde et værkstedsløb med fokus på de enkelte delprocesser.

Værkstedsløb som dette vurderes at være en god måde at træne elevernes kompetencer i engineering, inden de prøver kræfter med et fuldt engineering-forløb med produktudvikling for øje. Lærerne har på den skole, som eksemplet i boksen stammer fra, bl.a. brugt fysiske rum til at opdele elevernes arbejde med de enkelte delprocesser i engineering.

I en revideret udgave af engineeringdidaktikken fra 2022 er der øget fokus på at træne de enkelte delprocesser via en planlægningskabelon og di-

daktiske pejlemærker. Der er også lanceret korte engineering-forløb, der kun involverer 2-3 delprocesser. Denne tilpasning vurderes at kunne fremme lærernes fokus på elevernes læreproces og fremme implementeringen af kortere forløb, der er tilpasset de rammer, lærerne har for tid til både forberedelse og undervisning.

## 3 Forankringen af EiS

Bag EiS-projektet ligger en klar intention om at udbrede engineering nationalt og forankre metoden i de kommuner og på de skoler, som indgår i projektet. Denne intention understøttes bl.a. af et fokus på at give plads til lokale tilpasninger og princippet om 'faded guidance', hvor ansvaret for lærernes kompetenceudvikling gradvist overdrages til den kommunale naturfagskoordinator. Den kommunale koordinator kan fx organisere netværksmøder for at understøtte samarbejde i og på tværs af fagteams, eller for at lærerne kan udveksle erfaringer på tværs af skolerne. I dette kapitel afdækkes status på forankringen af EiS på hhv. skoleniveau og kommunalt niveau.

### 3.1 Forankring på skolerne kræver kommunal opbakning og ledelsesmæssig prioritering

EiS-projektet understøtter intentionen om at forankre engineering på skoleplan ved bl.a. at tilrettelægge kompetenceudviklingen i samarbejde med den lokale naturfagskoordinator og forvaltning. Projektet har desuden fokus på, at lærerne møder engineering ved tilbagevendende events, såsom en årlig Engineering-dag, Naturfagsmaraton og Big Bang-konferencen.

Evalueringen tyder på, at samarbejdet med forvaltning og naturfagskoordinator spiller en afgørende rolle for den mere langsigtede forankring af engineering på skolerne. Det er fx med til at fremme forankringen, når engineering tænkes ind i en større sammenhæng med andre kommunale projekter på naturfagsområdet, og når kommunens naturfagskoordinator er med til at skabe et synligt fokus på engineering ude på skolerne.

I de seks kommuner er der stor forskel på, hvor tæt et samarbejde skolerne har med den kommunale naturfagskoordinator. I Ishøj Kommune har de kompetenceudviklede lærere et tæt samarbejde med den lokale naturfagskoordinator, som bl.a. har taget initiativ til at etablere et netværk for ressourcelærerne på kommunens skoler og til at udarbejde lokale handleplaner for forankringen af engineering på skolerne.

Selvom der indtil nu kun er få eksempler på nedskrevne og formelle planer for forankring af EiS, bakker både skoleledere og medarbejdere på de fleste skoler op om, at engineering bliver forankret på skolen i en eller anden form. Evalueringen tyder på, at mange skoler bruger den årlige Engineering-dag til at fastholde et fokus på engineering på skolen. Derudover ser skolens ledelse ud til at spille en central rolle i forankringen ved bl.a. at tænke engineering ind i årsplaner og skemalægning.



## Stærk forankring af engineering på skoleplan

På denne skole tænkes engineering sammen med skolens øvrige aktiviteter på naturfagsområdet. Bevæger man sig rundt på skolens gange, ser man plakater, der gør opmærksom på årets Naturfagsmaraton, og der står flere store pokaler, som tidligere elever har vundet ved deltagelse i Naturfagsmaraton. Der er desuden overlap mellem rollen som ressourceperson i EiS og den ansvarlige for skolens arbejde med Makerspace.

Erfarne og mindre erfarne lærere gennemfører engineering-forløb sammen, og dermed sker der en sidemandsoplæring, som er med til at gøre de mindre erfarne lærere trygge ved metoden. Ledelsen bakker op ved at tilpasse skemalægningen, så lærerne kan planlægge fælles forløb på konkrete dage.

Ledelsen på skolen er involveret i EiS og er med til at bakke op om forankring og spredning af engineering som metode. Skolens afdelingsleder og viceskoleleder mødes med den samlede gruppe af lærere, der har modtaget kompetenceudvikling for sammen at planlægge, hvordan forankringen på skolen konkret kan rammesættes.

Den røde boks beskriver et eksempel på en skole, hvor forankringen af engineering er stærk, bl.a. fordi engineering tænkes ind i en bredere sammenhæng, og fordi ledelsen bakker op.

### 3.2 Forankringen af engineering er sårbar over for den enkelte kommunes prioritering

EiS-projektet har generelt stor opbakning hos de interviewede skolechefer og øvrige repræsentanter for kommunernes forvaltninger. På tværs af de seks kommuner italesætter forvaltningscheferne engineering som en forfriskende og ny undervisningsform, der kan motivere flere grupper af elever til læring, herunder drengene. Forvaltningscheferne lægger desuden vægt på, at projektet har passet godt ind i forhold til deres øvrige fokusområder og satsninger på skoleområdet. Projektet tillægges også en stor relevans i forhold til at motivere og engagere både lærere og elever efter en lang og hård periode med coronarelaterede skolenedlukninger.

5 ud af de 6 kommuner har en naturfagskoordinator. Interviewene med forvaltningscheferne viser en forskel på, hvor mange timer der er afsat til rollen som naturfagskoordinator. Flere forvaltningschefer beskriver koordinatorens hovedopgave som et bindeled til kommunen og til projekter på området, fx Makerspaces, Leaps osv. De har generelt mindre fokus på koordinatorens rolle i forhold til at skabe netværk og tage ansvar for lærernes kompetenceudvikling. Ishøj Kommune er den kommune, der kommer tættest på at efterleve den plan,

der ligger i projektet i forhold til den langsigtede forankring. Det fremgår både af interviewene med lærere og ledere og i følgende citat med kommunens Centerchef for Dagtilbud og Uddannelse:

*Vores konsulent for matematik, naturfag og talentudvikling har en vigtig rolle – en bærende rolle. Hun holder motivationen oppe ude på skolerne. Hun kommer også og siger det, hvis hun har brug for noget fra mig. (Centerchef for Dagtilbud og Uddannelse, Ishøj Kommune)*

Projektets forankringsstrategi er særligt sårbar i kommuner, der ikke har en naturfagskoordinator, eller hvor denne ikke har tilstrækkeligt med timer til at skabe netværk, sparre med ressourcelevererne og være drivkraft på fx udarbejdelsen af forankringsplaner. Såvel implementeringen som forankringen er mere afhængig af den enkelte skole og person i disse kommuner, ligesom andelen af lærere, der modtager kompetenceudvikling, er mindre (se evt. Bilagstabel 1.1).

## 4 Resultater

I dette kapitel præsenterer vi de foreløbige resultater af EiS. Resultaterne er foreløbige, fordi projektet stadig er i sin implementeringsfase. Konkret giver vi i kapitlet svar på, hvilke ændringer på lærerniveau aktiviteterne i EiS indtil videre har medført.

I analyserne har vi fokuseret på lærernes umiddelbare læringsudbytte af kompetenceudviklingen og på, om læringen har smittet af på lærernes generelle undervisningspraksis. Vores analyser viser, at lærerne har haft et positivt udbytte af kompetenceudviklingen i engineering. På næsten alle de målte kompetenceområder af relevans for engineering vurderer lærerne sig mere kompetente i 2021 end i 2020. For eksempel føler de sig mere kompetente til at undervise i designprocesser og til at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning. På sigt kan det føre til, at der også sker en ændring af lærernes generelle praksis. Det kan vi dog ikke dokumentere på nuværende tidspunkt.

Implementeringen af engineering forventes også at give resultater for eleverne. Som følge af coronapandemien har det dog ikke været muligt at evaluere resultater på elevniveau på en meningsfuld måde. Vi har dog haft mulighed for at lave enkelte analyser af elevernes udbytte på baggrund af spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere, hvor de vurderede elevernes udbytte af engineering. Lærernes svar tegner et positivt billede. Eksempelvis mener flere end 3 ud af 4 lærere, at engineering styrker elevernes naturfaglige kompetencer.

### 4.1 Kompetencer af relevans for engineering

Analyserne af lærernes kompetencer baserer sig på spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere. Fordi vi både har data fra 2020 og 2021, har vi mulighed for at teste for *udviklinger*<sup>1</sup>. Derudover beskriver vi, hvordan lærerne selv ser deres kompetencer. Det kan give anledning til gode refleksioner omkring eventuelle fortsatte indsatser for kompetenceudvikling eller implementering.

---

<sup>1</sup> Analyserne af udviklinger er gennemført via tosidet t-test af forskellen mellem, hvordan lærerne gennemsnitligt oplevede deres kompetencer i 2020, og hvordan de samme lærere gennemsnitligt oplevede deres kompetencer i 2021. Vi afrapporterer kun positive udviklinger, hvis udviklingen er statistisk signifikant ( $P < 0,1$ ). Vi har kun medtaget data fra lærere, der både gennemførte spørgeskemaundersøgelsen i 2020 og 2021, og som har modtaget kompetenceudvikling. Det gælder i alt 85 lærere. Af disse havde 31 (36 %) allerede påbegyndt kompetenceudvikling, da den første måling blev gennemført i 2020. Dog lå målingen i 2020 så tidligt, at ingen havde kunnet nå at afslutte deres kompetenceudviklingsforløb, ligesom de vil have haft kort tid til at arbejde med det lærte.

#### 4.1.1 Lærerne oplever styrkede kompetencer især i designprocesser

Udviklingen i lærernes oplevede kompetencer er i første omgang undersøgt på et samlet kompetencemål, som består af i alt otte underspørgsmål. Svorskalaen går fra 1 til 5, hvor 5 udtrykker lærerens mest positive opfattelse af egne kompetencer.

Lærerne oplever selv, at kompetenceudviklingen er med til at styrke deres kompetencer. I hvert fald ligger lærernes gennemsnitlige vurdering af deres kompetencer inden for engineering højere i 2020 end i 2021. Mens de i 2020 i gennemsnit placerede sig på 3,39 på svorskalaen, var det samme tal i 2021 steget til 3,64. Det er en forskel på 0,25. Set i lyset af, at skalaen går fra 1-5, er det en ret markant udvikling. Udviklingen kan dog ikke nødvendigvis tilskrives kompetenceudviklingen alene. Vi har ingen kontrolgruppe, og der kan være andre grunde til, at lærerne vurderer deres kompetencer mere positivt i 2021 end i 2020. Alt andet lige er udviklingen positiv, og vi vurderer det sandsynligt, at kompetenceudviklingen har bidraget til den.

For at blive klogere på, hvad der driver udviklingen i lærernes kompetencer, har vi suppleret med analyser af udviklingen i hver enkelt delkompetence, vi har målt på. Resultaterne fremgår af Figur 4.1. I 5 af 8 tilfælde finder vi en positiv udvikling. Den største udvikling ser vi på delkompetencen at undervise i designprocesser. Designprocessen er et kerneelement i engineering, så resultatet er ikke overraskende. Derudover ser vi positive udviklinger i både at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning, at gennemføre problembaseret undervisning, at vejlede frem for at styre processer samt i at facilitere elevers projektarbejde.

Vi kan *ikke* identificere nogen udvikling i forhold til at facilitere elevers arbejde med trinvist at forbedre konkrete løsningsforslag og hjælpe eleverne til at turde at begå fejl. Begge relaterer sig direkte til det at facilitere forbedring af *konkrete løsningsforslag*.

**Figur 4.1 Udviklingen i lærernes delkompetencer**



Anm.: Hvor udviklingen er statistisk signifikant, er søjlen mørk. N = 85 i både 2020 og 2021. Kun lærere, der har svaret i både 2020 og 2021, er medtaget. Spørgsmålsformulering: "I hvilken grad føler du dig tilstrækkeligt klædt på til følgende?" I spørgsmålsformuleringen er designprocesser forklaret med "at eleverne omsætter en idé til prototype og afprøver denne", undersøgelsesbaseret undervisning er forklaret med "at læringen sker gennem observationer, spørgsmål, vidensøgning, indsamling og analyse af data samt formidling af svar", og problembaseret undervisning er forklaret med "at et problem er udgangspunktet for læringen, og at eleverne selvstændigt varetager løsningen af problemet".

Note: \* =  $P < 0,1$ ; \*\* =  $P < 0,05$ ; \*\*\* =  $P < 0,01$

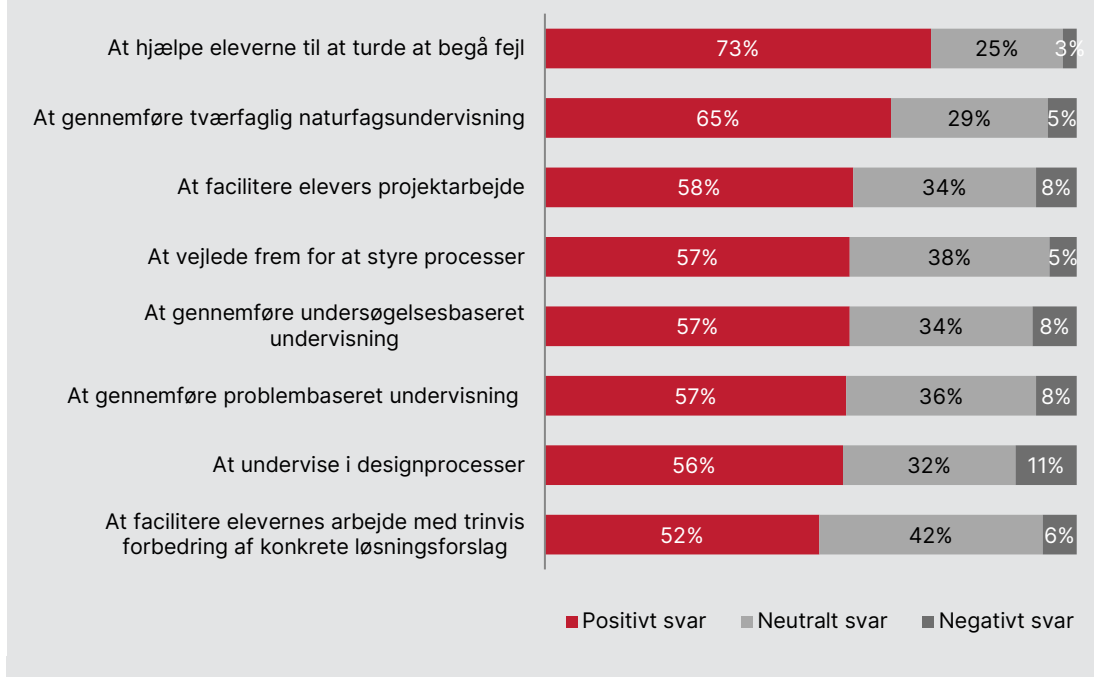
Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2020 og 2021

#### 4.1.2 Størst udviklingspotentiale i forhold til at facilitere forbedring af konkrete løsninger

For at blive klogere på lærernes udviklingspotentialer, har vi i figur 4.2 illustreret deres vurderinger af egne kompetencer i 2021, som giver det mest opdaterede billede. Udviklingspotentialet vil være størst inden for de kompetencer, hvor lærerne føler sig dårligst klædt på, altså hvor færrest lærere har afgivet et positivt svar.

Resultaterne viser, at de kompetenceudviklede lærere føler sig bedst klædt på til at hjælpe elever til at turde begå fejl og at gennemføre tværfaglig naturfagsundervisning. Det kan bidrage til at forklare, hvorfor der ikke kunne identificeres en udvikling fra 2020 til 2021 på netop disse delkompetencer.

**Figur 4.2** Kompetenceudviklede læreres oplevede kompetencer i 2021



Anm.: N = 157. Spørgsmaalsformulering: "I hvilken grad føler du dig tilstrækkeligt klædt på til følgende?" I spørgsmaalsformuleringen er designprocesser forklaret med "at eleverne omsætter en idé til prototype og afprøver denne", undersøgelsesbaseret undervisning er forklaret med "at læringen sker gennem observationer, spørgsmål, vidensøgning, indsamling og analyse af data samt formidling af svar", og problembaseret undervisning er forklaret med "at et problem er udgangspunktet for læringen, og at eleverne selvstændigt varetager løsningen af problemet". Positivt svar = i høj eller meget høj grad, neutralt svar = i nogen grad og negativt svar = slet ikke eller i lav grad.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

Delkompetencen, som færrest lærere vurderer sig selv positivt på, er at facilitere elevernes arbejde med trinvis forbedring af konkrete løsningsforslag. Det er samtidig en af de delkompetencer, hvor der ikke er sket en udvikling fra 2020 til 2021. Kun lige godt halvdelen af de kompetenceudviklede lærere vurderede i 2021 sig selv positivt på denne kompetence. Der synes altså at være et udviklingspotentialer på særligt dette område. Denne pointe understøttes af, at vi også målte den laveste implementeringskvalitet i forhold til delprocessen 'forbedre'.

## 4.2 Øvrig undervisningspraksis

I dette afsnit præsenterer vi analyserne af, om kompetenceudviklingen i og arbejdet med engineering har haft en betydning for lærernes øvrige undervisningspraksis. Vi beskriver også praksis.

Analyserne er gennemført med fokus på de dele af lærernes undervisningspraksis, som vi mener potentielt kan påvirkes af at modtage kompetenceudvikling i og arbejde med engineering. Det gælder eksempelvis, om lærerne i højere grad stiller eleverne åbne spørgsmål, og om de i højere grad inddrager praktisk arbejde i undervisningen. Det er interessant, fordi flere af de deltagende kommuner og skoler har en klar ambition om, at de via deltagelse i EiS kan opnå et generelt løft af undervisningen. Det er desuden en del af projektets overordnede mission at løfte den faglige og didaktiske kvalitet af undervisningen i naturvidenskabelige fag.

Konkret har vi bedt lærerne vurdere egen praksis ud fra en række udsagn, som alle er indledt med "I hvilken grad gør du følgende i din naturfagsundervisning?". Det skal sikre, at lærerne ikke blot svarer ud fra deres praksis under engineering-forløb men ud fra deres bredere, generelle praksis.

#### **4.2.1 Ingen udvikling i lærernes øvrige praksis**

Ligesom vi har undersøgt lærernes oplevede kompetencer, har vi undersøgt, om deres øvrige praksis har udviklet sig. Det samlede mål for øvrig praksis går fra 1 til 5, hvor 5 udtrykker en praksis, der er mest mulig i overensstemmelse med en engineering-tilgang<sup>2</sup>. Vi har udelukkende inkluderet svar fra lærere, der både deltog i spørgeskemaundersøgelsen i 2020 og 2021, og som i 2021 havde modtaget eller var i gang med kompetenceudvikling i engineering.

Resultatet indikerer, at lærernes øvrige praksis endnu ikke er substantielt påvirket af kompetenceudviklingen i og arbejdet med engineering. Gennemsnittet på målet for generel undervisningspraksis var således 3,27 i 2020, mens det var 3,36 i 2021. Det er en beskedent udvikling, som vi ikke kan afvise blot skyldes tilfældigheder<sup>3</sup>.

#### **4.2.2 Lærernes øvrige undervisningspraksis er kun i mindre grad præget af engineering**

For at opnå større indsigt i lærernes undervisningspraksis og potentialer for udvikling viser vi i Figur 4.3 lærernes vurderinger af deres undervisningspraksis i 2021. Samlet antyder resultaterne, at lærernes generelle undervisningspraksis kun i begrænset omfang er præget af kendetegn ved engineering.

Resultaterne indikerer for det første, at der er meget stor forskel på, i hvilken grad lærernes generelle undervisningspraksis indeholder de målte kendetegn. Eksempelvis accepterer en meget stor andel af lærerne, at de kan begå fejl, li-

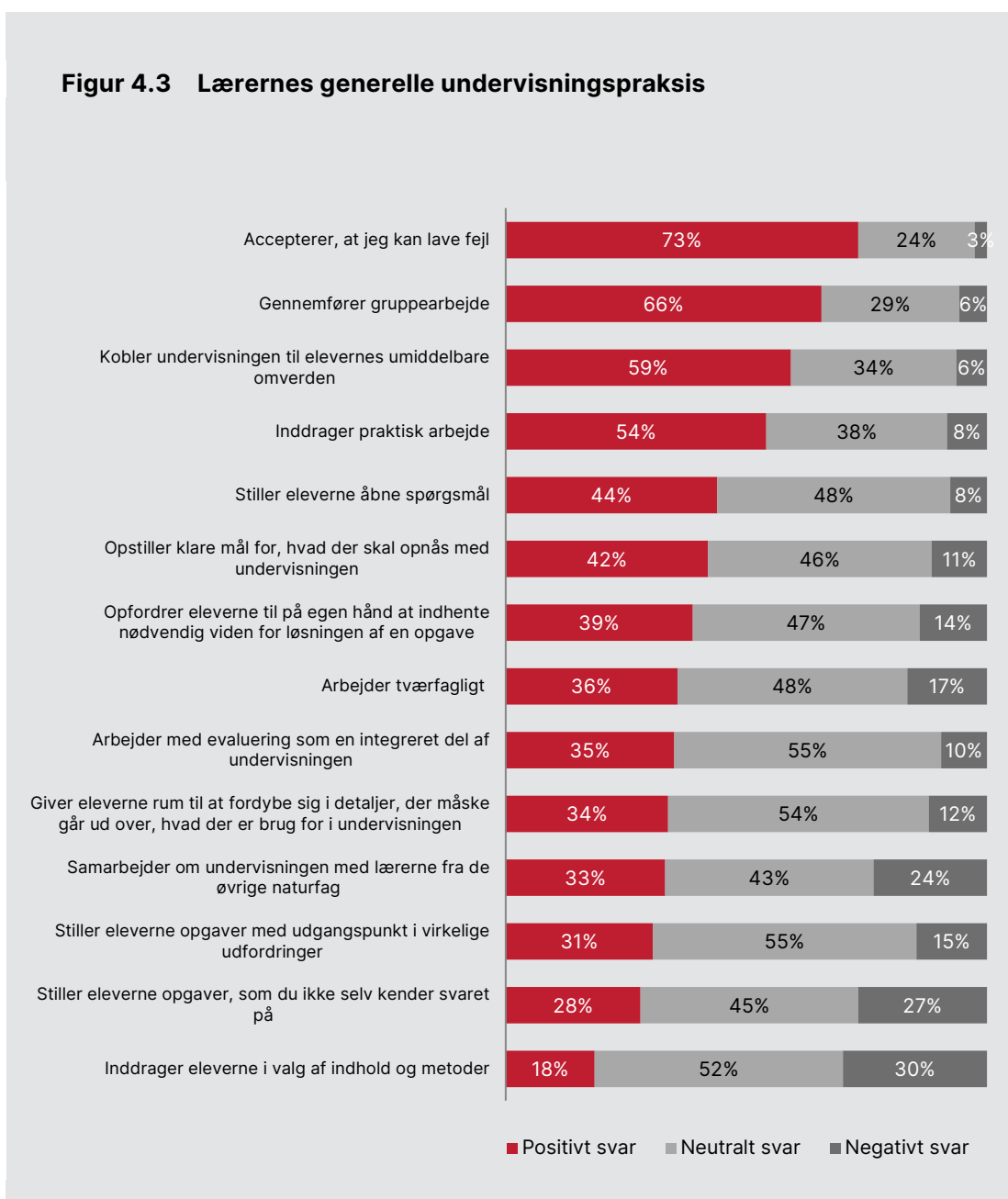
---

<sup>2</sup> De spørgsmål, som målet er udgjort af, fremgår af Figur 4.3.

<sup>3</sup> Udviklingen er ikke statistisk signifikant.

gesom de gennemfører gruppearbejde, og omkring 6 ud af 10 kobler undervisningen til elevernes umiddelbare omverden. Potentialet for at udvikle praksis på de områder synes altså lille. Omvendt er det mindre andele af lærerne, der eksempelvis inddrager eleverne i valg af undervisningsindhold og stiller dem opgaver med udgangspunkt i virkelige udfordringer – begge centrale karakteristika ved engineering (Auener et al., 2018). Det er også kun omkring en tredjedel af lærerne, der arbejder tværfagligt og samarbejder om undervisningen med lærerne fra de øvrige naturfag. Ønsker man at præge lærernes generelle undervisningspraksis i en retning, hvor den i højere grad trækker på virkemidler fra engineering, indikerer resultaterne således et betydeligt udviklingspotentiale.

**Figur 4.3 Lærernes generelle undervisningspraksis**



Anm.: N = 157. Spørgsmålsformulering: "I hvilken grad gør du følgende i din naturfagsundervisning?" Positivt svar = i høj eller meget høj grad, neutralt svar = i nogen grad og negativt svar = slet ikke eller i lav grad.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021



## 4.3 Elevudbytte

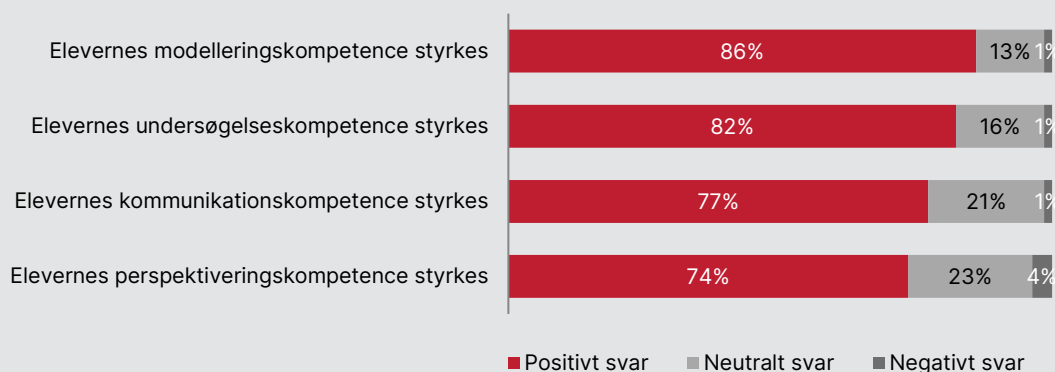
Lærerne er også blevet bedt om at lave subjektive vurderinger af elevudbyttet ved brug af engineering. Konkret har vi bedt lærerne vurdere, om brug af engineering styrker elevernes naturfaglige kompetencer, ligesom vi eksempelvis har bedt dem vurdere, om brug af engineering går negativt ud over elevernes normale faglige læring. Resultaterne er overvejende positive. Lærerne vurderer dog også i en vis grad sig selv, fordi de skal tage udgangspunkt i deres egen brug af engineering. Det er værd at tage med i tolkningen af resultaterne. Alt andet lige indikerer de positive resultater, at lærerne tror på didaktikken.

### 4.3.1 De fleste lærere vurderer, at engineering styrker elevernes naturfaglige kompetencer

Som det fremgår af Figur 4.4, er lærerne særdeles positive i deres vurderinger af, om brug af engineering styrker elevernes naturfaglige kompetencer. Ifølge engineering-didaktikken bør kompetencerne da også blive styrket, hvis ellers eleverne arbejder ideelt i forløbet (Auener et al., 2018). Andelen af positive lærere varierer dog henover de fire naturfaglige kompetencer: modelleringskompetencen, undersøgelseskompetencen, kommunikationskompetencen og perspektiveringskompetencen. For eksempel er 86 pct. af lærerne enige i, at brug af engineering styrker elevernes modelleringskompetence, mens 74 pct. er enige i, at engineering styrker elevernes perspektiveringskompetence.

Ifølge engineering-didaktikken vil kompetencerne styrkes i forskellige faser af et engineering-forløb. Eksempelvis forventes perspektiveringskompetencen primært at blive styrket i de første og sidste faser af et forløb. Som vi skriver i kapitel 3, indikerer vores data, at implementeringskvaliteten er lavest i de afsluttende faser. Måske kan det bidrage til at forklare forskellene i, hvorfor lærerne mener, at brug af engineering styrker nogle kompetencer mere end andre. I hvert fald er det ikke usandsynligt, at lærerne – særligt i starten af projektets implementeringsfase – har deres fokus på bestemte delprocesser, og at det kan have konsekvenser for elevernes potentielle udbytte.

**Figur 4.4 Lærervurderinger af elevudbytte i forhold til naturfaglige kompetencer**



Anm.: N = 136. Lærere, der ikke underviser i mindst ét naturfag dette skoleår og ikke har anvendt engineering i hverken dette eller sidste skoleår, er frasortet. Spørgsømsformulering: "Hvor enig eller uenig er du i følgende udsagn om din brug af engineering-metoden i de naturfaglige fag?" Positivt svar = enig eller meget enig, neutralt svar = hverken enig eller uenig og negativt svar = uenig eller meget uenig. I tilfælde af negativt formulerede udsagn, er svarene kodet modsat, så et positivt svar eksempelvis svarer til uenig eller meget uenig.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

### 4.3.2 Elevernes øvrige udbytte af engineering vurderes også positivt

Lærerne har også vurderet elevernes udbytte af engineering på en række øvrige områder. Resultaterne er vist i Figur 4.5. Områderne er målt via gentagelser af udvalgte survey-spørgsmål, der blev anvendt i evalueringen af den første del af EiS (Sølberg et al., 2019). Udover at give viden om lærernes perspektiv på elevernes udbytte sætter anvendelsen af de samme spørgsmål os i stand til at lave forsigtige sammenligninger mellem resultaterne af første del af EiS og vores midtvejsevaluering.

Generelt er lærerne meget positive i midtvejsevalueringen, om end de er en smule mindre positive end i evalueringen af den første del af EiS. Det kan dog muligvis forklares af små forskelle i formuleringer af spørgsmål og svarskalaer. Ser vi nærmere på resultaterne, er det tæt på alle lærere, der mener, at engineering stimulerer elevernes kreativitet og innovationsevne. I interviewene uddyber lærere det med, at engineering bl.a. kræver, at eleverne arbejder mere praktisk og er mere aktive end i den øvrige undervisning. Dette synspunkt illustreres af nedenstående citat:

*Det her med at have gang i hænderne var fedt for dem. De får en forståelse af modellen, mens de laver noget, som de synes er sjovt.*  
(Lærer)

**Figur 4.5 Lærervurderinger af øvrig elevudbytte**



Anm.: N = 136. Lærere, der ikke underviser i mindst ét naturfag dette skoleår og ikke har anvendt engineering i hverken dette eller sidste skoleår, er frasorteret. Spørgsmålsformulering: "Hvor enig eller uenig er du i følgende udsagn om din brug af engineering-metoden i de naturfaglige fag?" Positivt svar = enig eller meget enig, neutralt svar = hverken enig eller uenig og negativt svar = uenig eller meget uenig. I tilfælde af negativt formulerede udsagn, er svarene kodet modsat, så et positivt svar eksempelvis svarer til uenig eller meget uenig. Det gælder det sidste udsagn i figuren.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

Samtidig er 61 pct. af lærerne positive i deres vurdering af, om engineering gør eleverne mere motiverede for faget. At andelen ikke er højere, kan måske forklares af, at flere lærere i interviewene giver udtryk for, at undervisningsformen også kan udfordre eleverne. Den kræver ifølge flere lærere, at eleverne hurtigt finder et godt samarbejde i deres gruppe, og at de kan håndtere en stor grad af frihed. På trods heraf mener blot hver tiende lærer, at brug af engineering går ud negativt ud over elevernes normale faglige læring.

# Litteratur

Auener, S., Daugbjerg, P.S., Nielsen, K., & Sillasen, M.K. (2018). *Engineering i skolen: Hvad, hvordan, hvorfor*. Aarhus: VIA University College.

Sølberg, J., Binau, C.F., Trolle, O., Elmeskov, D., Quistgaard, N., Mortensen K., & Marckman, B. (2019). *Evaluering af Engineering i Skolen*. København: NEUC - Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter.

Wahlgren, B. (2009). *Transfer mellem uddannelse og arbejde: Viden der virker*. København: NCK - Nationalt Center for Kompetenceudvikling.

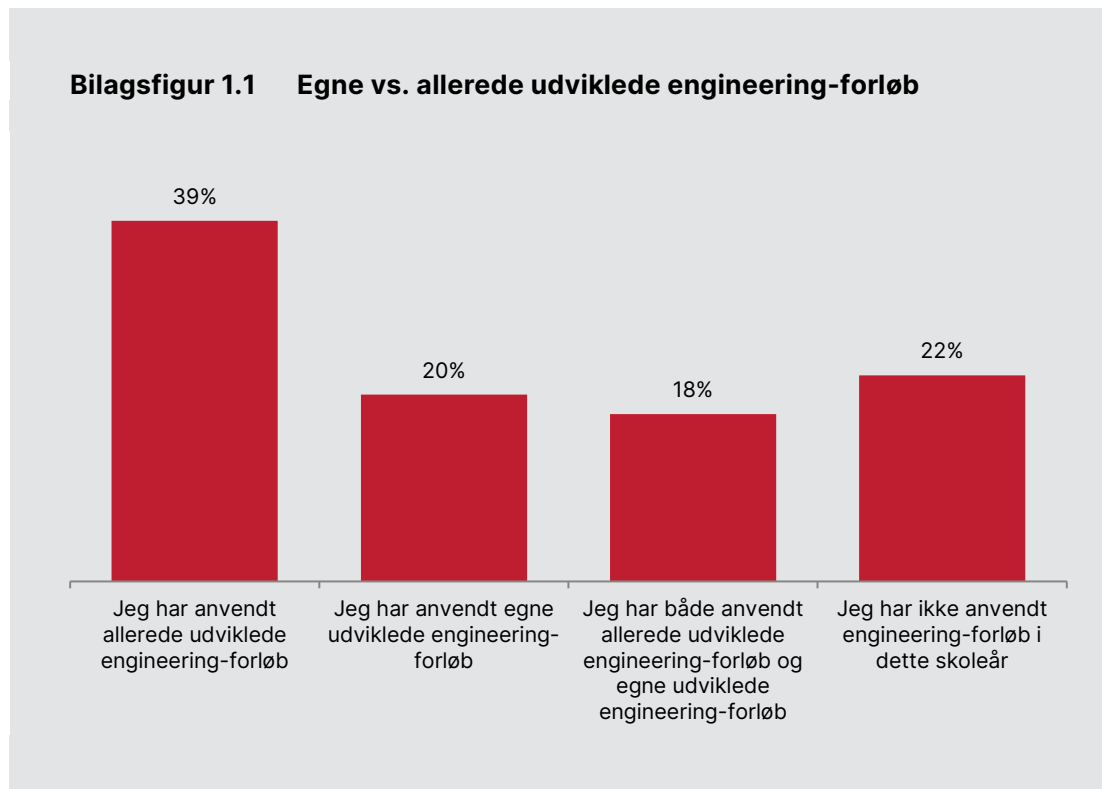
# Bilag 1 Bilagstabeller og -figurer

**Bilagstabel 1.1** Oversigt over antal deltagere i EiS fordelt på kommuner

Kommune	Indbyggertal ca.	Lærere tilmeldt EiS i 2020	Lærere tilmeldt EiS i 2021	Andel af naturfagslærere i survey i 2021
Jammerbugt	38.500	57	74	78 %
Ringkøbing-Skjern	57.000	17	27	80 %
Ishøj	23.000	42	56	84 %
Svendborg	58.588	63	65	77 %
Skanderborg	63.390	20	37	90 %
Vejen	42.612	0	15	93 %

Anm.: Oplysninger om indbyggertal er indsamlet fra kommunernes hjemmesider. Lærere med i EiS angiver antallet af lærere, som vi har modtaget kontaktoplysninger på. Vi har hvert år bedt kommunerne om oplysninger på lærere, der allerede har modtaget kompetenceudvikling i engineering, lærere, der er i gang med at modtage kompetenceudvikling, og lærere, der forventes at modtage kompetenceudvikling. Vejen Kommune kom først med i EiS i 2021.

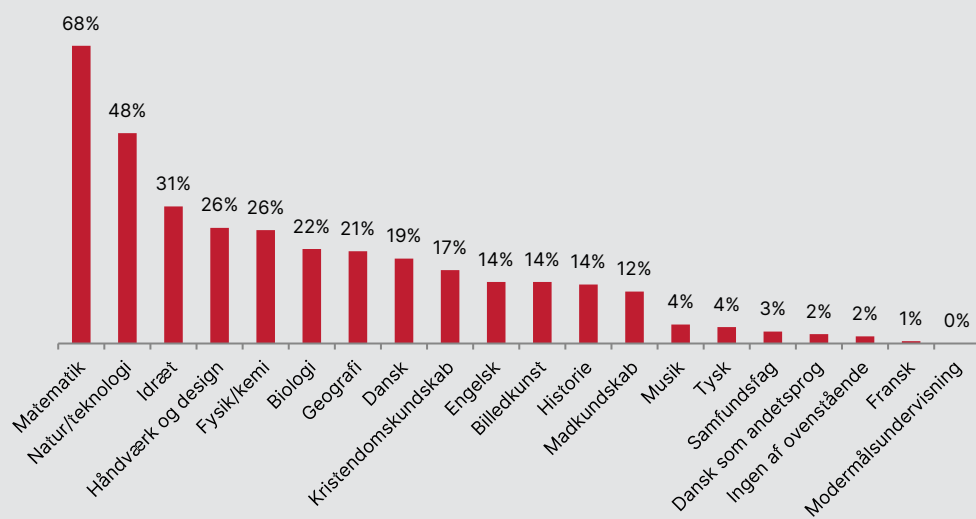
Kilde: VIVE



Anm.: N = 143. Spørgsmålsformulering: "Har du anvendt allerede udviklede engineering-forløb eller egne udviklede engineering-forløb i dette skoleår?" Lærere, der endnu ikke har modtaget kompetenceudvikling, er frasortet.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

**Bilagsfigur 1.2 Undervisningsfag blandt kompetenceudviklede lærere i EiS**

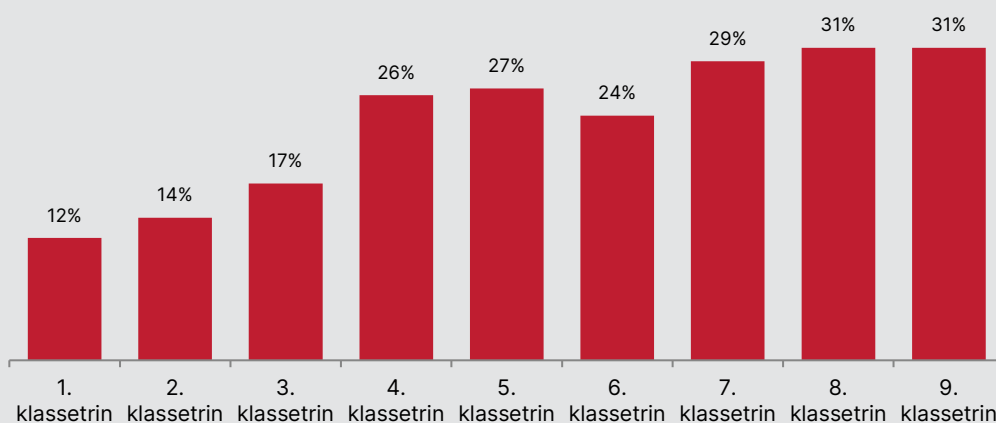


Anm.: Respondenterne kan angive mere end et svar, og derfor summerer søjlerne ikke til 100.

N = 185. Spørgsmålsformulering: "Hvilke fag underviser du i dette skoleår?"

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

**Bilagsfigur 1.3 De deltagende lærere underviser primært på mellemtrin og i udskoling**

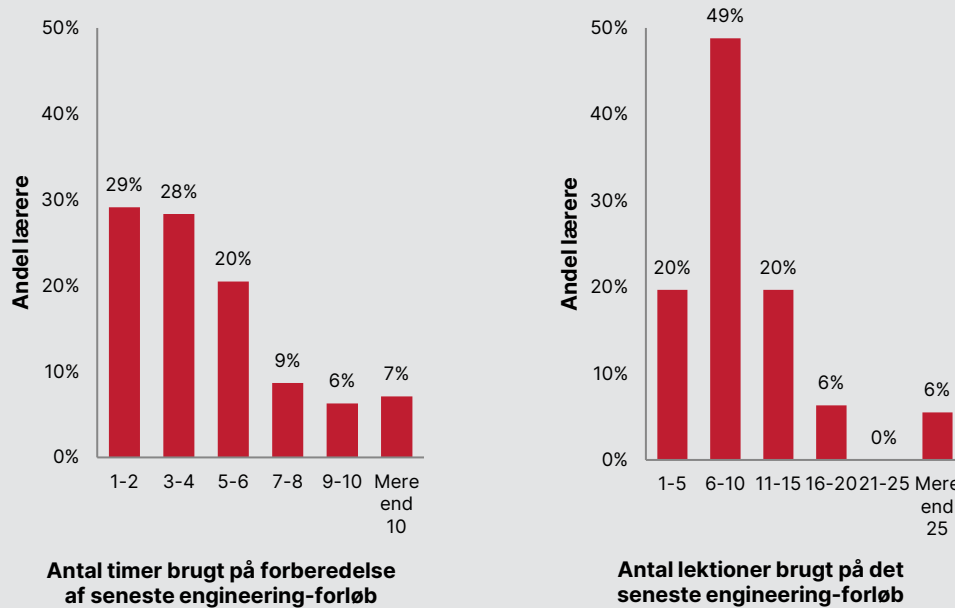


Anm.: Respondenterne kan angive mere end et svar, og derfor summerer søjlerne ikke til 100.

N = 150. Spørgsmålet er kun stillet lærere, der underviser i mindst ét naturfag. Spørgsmålsformulering: "På hvilke klassetrin underviser du i mindst ét naturfag (natur/teknologi, fysik/kemi, biologi eller geografi) dette skoleår?"

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

**Bilagsfigur 1.4 Fordelingen af timer, som lærerne har anvendt på hhv. forberedelse og gennemførelse**

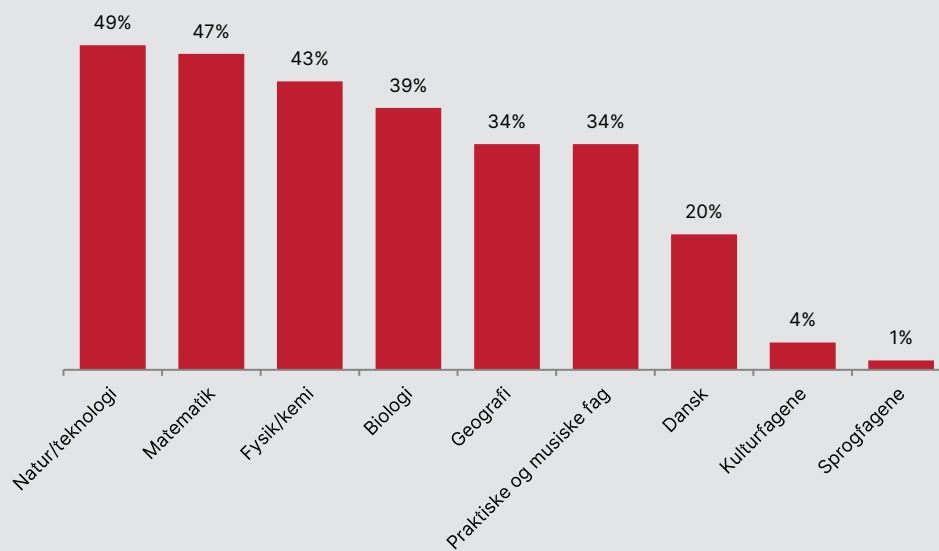


Anm.: N = 127

Note: Spørgsmålet er kun stillet lærere, der har gennemført engineering-forløb. Spørgsmålsformulering (forberedelse): "Hvor mange timer brugte du på at forberede det seneste engineering-forløb, som du har gennemført?" Spørgsmålsformulering (gennemførelse): "Hvor mange lektioner brugte du på det seneste engineering-forløb, som du har gennemført?"

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021

**Bilagsfigur 1.5 Lærernes anvendelse af engineering-metoden fordelt på fag**



Anm.: N = 74. Spørgsmålsformulering: "Angiv venligst hvert fag, du har inddraget undervisningstid fra til anvendelse af engineering-metoden." Spørgsmålet er kun stillet lærere, der har svaret ja til at have anvendt engineering-metoden på tværs af flere fag.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere, 2021



## Bilag 2 Metode

Midtvejsevalueringen af Engineering i Skolen (EiS) baserer sig på både kvantitative og kvalitative data. De kvantitative data består af en spørgeskemaundersøgelse gennemført i både 2020 og 2021 med deltagende lærere, mens de kvalitative data bygger på casebesøg på 12 udvalgte skoler med interviews af lærere og skoleledere samt interviews med repræsentanter fra de kommunale forvaltninger, ofte skolechefer.

Nedenfor beskrives datagrundlaget mere dybdegående.

### Casebesøg og interviews

Den kvalitative del af midtvejsevalueringen har til formål at belyse implementeringen og forankringen af EiS på de deltagende skoler. Der er gennemført case-studier i alle seks indsatskommuner, og i hver kommune er der udvalgt to skoler til casebesøg. Det kvalitative datamateriale består af følgende:

- Fokusgruppeinterviews med (naturfags)lærere på de udvalgte skoler, der har modtaget kompetenceudvikling i engineering-metoden.
- Fokusgruppeinterviews med ressourcelærere, forstået som lærere, der har spillet en særlig rolle i udbredelsen af engineering-metoden på den udvalgte skole.
- Enkeltinterviews med ledelsesrepræsentanter på de udvalgte skoler.
- Enkeltinterviews med repræsentanter fra de kommunale forvaltninger i de seks deltagende kommuner (ofte skole- eller andre forvaltningschefer).

### Udvælgelsen af skoler til casebesøg

De i alt 12 skoler er udvalgt med udgangspunkt i en 'most different' logik for at sikre et bredt erfaringsgrundlag vedrørende implementeringen af EiS. Der er udvalgt to skoler i hver kommune med henholdsvis lavere og større implementeringsgrad på baggrund af de praksisændringer hos lærerne, som fremgik af data fra baseline-spørgeskemaundersøgelsen i 2020. Efter analyse af skolernes implementeringsgrad med afsæt i nævnte spørgeskemadata, er der rakt ud til de kommunale naturfagskoordinatorer for at kvalificere udvælgelsesgrundlaget. Udvælgelsen er således sket i tæt dialog med naturfagskoordinatorerne, da både datagrundlaget for en egentlig analyse af implementeringsgrad samt variationen i implementeringsgraden på skolerne var smallere end forventet. Desuden er der i udvælgelsen af skolerne taget hensyn til, at de så vidt muligt var repræsentative for en typisk grundskole i kommunen.

## Interviews med lærere og ledere på skolerne

På alle casebesøg er der gennemført fokusgruppeinterviews med deltagende (naturfags)lærere med henblik på bl.a. at belyse lærernes erfaringer med kompetenceudviklingen og deres erfaring med at gennemføre engineering-forløb. Derudover er der så vidt muligt gennemført enten fokusgruppeinterviews eller enkeltinterviews med skolernes ressourcelærere, forstået som de lærere, der har spillet en særlig rolle i udbredelsen af engineering-metoden på skolen. Det skal dog påpeges, at disse interviews med ressourcelærere i flere tilfælde er gennemført som en del af lærerfokusgruppen, og at ikke alle de udvalgte skoler havde egentlige ressourcelærere. Det har derfor på enkelte skoler ikke været muligt at gennemføre interviews med eksplicit fokus på rollen som ressourcelærer. Ydermere er skoleledere eller ledelsesrepræsentanter blevet interviewet for at belyse ledelsesopbakningen til projektet. Bilagstabel 2.1 giver et overblik over interviewtemaer.

**Bilagstabel 2.1 Interviewtemaer ved casebesøg**

Interviewtema	Delta-gende lærere (fokus-gruppe)	Ressourcelærere (fokus-gruppe)	Skoleledere	Skolechefer
Introduktion og baggrundsspørgsmål	X	X	X	X
Oplevelser med kompetenceudvikling	X	X		
Engineering i Skolen			X	X
Ressourcelærernes rolle	X	X		
Erfaringer med at gennemføre engineering-forløb	X	X		
Elevernes udbytte	X	X		
Transferklimaet på skolen	X	X		
Forankring	X	X	X	X
Lærerens rolle			X	
Implementering på skolen (transferklimaet på skolen)			X	
Implementering på skolen (målgruppen af lærere)			X	
Skolernes implementering af Engineering i Skolen				X

Kilde: VIVE

## Interviews med repræsentanter fra kommunale forvaltninger

Der er gennemført interviews med repræsentanter fra de kommunale forvaltninger, ofte skolechefer, i alle de seks indsatskommuner med henblik på at belyse kommunens rolle i projektets implementering og den organisatoriske forankring i kommunen. I enkelte tilfælde er en anden repræsentant fra forvaltningen ud over skolechefen, typisk en naturfagskoordinator eller konsulent, ligeledes

blevet interviewet. Af Bilagstabel 2.2 fremgår det, hvilke repræsentanter fra de kommunale forvaltninger der er blevet interviewet.

**Bilagstabel 2.2 Interviewpersoner i de kommunale forvaltninger**

Kommune	Navn	Stilling
Ishøj	Susanne Poulsen	Centerchef for Dagtilbud og Uddannelse
Jammerbugt	Helle Nørgaard Pedersen	Skole- og Dagtilbudschef
Ringkøbing-Skjern	Troels Lysgaard Andersen	Distriktsleder vest ved Dagtilbud og Undervisning
	Mads Krogsgaard	Makerspace-konsulent
Skanderborg	Peter Bech Milsgaard	Konstitueret chef for skoler og specialtilbud
	Claus Langergaard	Konsulent
Svendborg	Nanna Lohman	Skole- og Uddannelseschef
Vejen	Regin Holm Nielsen	Afdelingschef for Skoler, Kultur & Fritid.

Kilde: VIVE

### Gennemførelsen af interviews

Ud over en primær interviewer fra VIVE har docent i anvendt matematik og naturfagsdidaktik ved UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole Morten Rask Petersen deltaget i samtlige casebesøg og interviews. Som naturfagsdidaktisk ekspert har Morten spillet en vigtig rolle i kvalitetssikringen af den kvalitative dataindsamling. Han har sikret interviewene ved at stille uddybende spørgsmål vedrørende implementeringen og de opnåede effekter på eleverne på baggrund af sin faglighed på området og sit indgående kendskab til engineering-didaktikken. Desuden har Morten i analysen kunnet bidrage med et tværgående overblik over hovedpointer og -perspektiver fra interviewene pga. hans brede deltagelse i alle interviews.

Alle interviews er optaget efter indhentning af verbalt informeret samtykke fra informanterne, og der er skrevet grundigt referat enten under selve interviewet eller efterfølgende på baggrund af optagelse. Interviewreferaterne er siden blevet systematisk og tematisk kodet med henblik på at besvare evalueringens undersøgelsesspørgsmål.

Oprindeligt var det planlagt, at alle casebesøg og interviews skulle gennemføres fysisk, men i lyset af coronasituationen i 2021 blev flere casebesøg omlagt til virtuelle interviews over den digitale platform Zoom. I alt blev otte casebesøg gennemført fysisk, mens fire casebesøg blev gennemført virtuelt over Zoom. Alle interviews med repræsentanter fra de kommunale forvaltninger blev gennemført via Zoom.

## Spørgeskemaundersøgelser blandt lærere

Det kvantitative datagrundlag for midtvejsevalueringen består af data fra spørgeskemaundersøgelser med lærere, der enten allerede har modtaget kompetenceudvikling i engineering-metoden eller forventes at skulle det inden projektets afslutning. Spørgeskemaets temaer fremgår af bilagsboks 2.1.

### Bilagsboks 2.1 Temaer i spørgeskemaundersøgelse blandt lærere

#### Spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere omhandlede følgende temaer:

- Baggrundsspørgsmål såsom, hvornår kompetenceudvikling er modtaget, hvilke klassetrin der undervises på osv.
- Oplevede (egne) kompetencer af relevans for engineering
- Undervisningspraksis relateret til engineering
- Implementeringen af engineering-metoden
- Ressourcetilgængelighed/implementeringsfaktorer
- Oplevet udbytte.

Hovedformålet med midtvejsevalueringen er at undersøge implementeringen og den foreløbige forankring af EiS, hvorfor en spørgeskemaundersøgelse med fokus på implementeringen på lærerniveau og de faktorer, der hæmmer og fremmer denne, er relevant. I lyset af evalueringens formål har spørgeskemaet til lærerne fokus på hhv. lærernes undervisningspraksis, kerneelementerne i EiS og de faktorer, der forventes at påvirke implementering samt forankring.

Lærerspørgeskemaet har kunnet tilgås elektronisk og er blevet sendt direkte til alle lærerne via en e-mail med et unikt link. Konsortiet bag EiS har indsamlet en lang række af kontaktoplysningerne på skoleledere og deltagende lærere og har stillet dem til rådighed for VIVE. Vi har modtaget kontaktoplysninger på deltagende lærere, men har løbende kvalitetssikret og om nødvendigt beriget disse oplysninger, hvis e-mailadresser var mangelfulde eller fejlagtige. Dette ved at tage kontakt til kommunale naturfagskoordinatorer eller ved direkte kontakt med skolerne.

#### Rykkerprocedurer og endelige svarprocenter

Grundet lave svarprocenter forlængede vi både i 2020 og 2021 dataindsamlingsperioden med henblik på at højne besvarelsesprocenten. Som led i rykkerprocedurerne er der både sendt påmindelsesmails direkte til lærerne, der ikke har svaret, ligesom der er sendt påmindelser med status på svarprocenter på skoleniveau til kontaktpersonerne på skolerne (typisk en ledelsesrepræsen-

tant). Alle statusmails til skoleledere og kontaktpersoner med status på svarprocenter er desuden sendt til de kommunale naturfagskoordinatorer samt en kontaktperson på den lokale professionshøjskole med henblik på, at de ud fra deres kontaktgrundlag kunne motivere skolernes kontaktpersoner til deltagelse i undersøgelserne. Desuden er der ad flere omgange gennemført telefoniske opfølgninger målrettet skolerne med lavest svarprocenter.

Af Bilagstabel 2.3 fremgår de endelige svarprocenter opdelt på de seks kommuner.

**Bilagstabel 2.3 Svarprocenter og antal svar fordelt på kommuner**

	Ishøj	Jammerbugt	Ringkøbing-Skjern	Skanderborg	Svendborg	Vejen	Samlet
2020	67 % (28)	67 % (38)	82 % (14)	60 % (12)	68 % (43)	-	<b>68 % (135)</b>
2021	55 % (31)	73 % (54)	74 % (20)	51% (19)	72 % (47)	93 % (14)	<b>68 % (185)</b>

Kilde: VIVE

## Bilag 3 Måling af implementeringskvalitet

Implementeringskvaliteten er målt via lærernes svar på udsagnene i Bilagstabel 3.1. Spørgsmålene blev introduceret med: *"På denne og de næste sider beder vi dig tage udgangspunkt i de undervisningssituationer, hvor du har anvendt engineering-metoden i de naturfaglige fag. OBS: Har du ikke anvendt engineering-metoden i et naturfag eller i samarbejde med en naturfagslærer, skal du svare ud fra de øvrige undervisningssituationer, hvor du har anvendt engineering-metoden."* Hvert efterfølgende batteri af udsagn er blevet derefter introduceret med: *"Hvor enig eller uenig er du i følgende udsagn om din brug af engineering-metoden i de naturfaglige fag?"* Lærerne har svaret på skalaen fra 'meget uenig' til 'meget enig'.

Implementeringskvaliteten er udregnet som lærernes gennemsnitlige svar inden for hver delproces. I tilfælde, hvor et udsagn er negativt formuleret (eller 'vendt om' i forhold til, hvad der vil svare til høj kvalitet), er værdien af svaret omkodet meningsfuldt.

**Bilagstabel 3.1 Udsagn til måling af implementeringskvalitet**

Delproces	Udsagn
Forstå udfordringen	Jeg diskuterede udfordringen med eleverne med fokus på at sætte den i en større kontekst. Altså, hvorfor der skulle arbejdes med udfordringen Jeg formulerede – evt. sammen med eleverne – krav til deres arbejde. Altså, <u>hvordan</u> der skal arbejdes med udfordringen. For eksempel krav til materialer, arbejdsmåder, tidsforbrug, at der skal inddrages personer uden for skolen eller andet Jeg formulerede – evt. sammen med eleverne – mål for elevernes designproces i forhold til produktet
Undersøge	Jeg opfordrede eleverne til at tilegne sig ny naturfaglig viden, fx ved at undersøge fænomener eller materialer Jeg designede elevernes eksperimenter for dem Jeg støttede eleverne i at sikre systematik i deres afdækning af manglende viden
Få idéer	Jeg gav eleverne tid til at diskutere forskellige idéer til løsninger Jeg var løbende i dialog med eleverne om deres idéer til løsninger Jeg sikrede, at eleverne dokumenterede deres idéer
Konkretisere	Jeg stoppede altid eleverne, hvis jeg så, at de var ved at begå en fejl Jeg støttede eleverne i at vurdere prototyper op imod hinanden Jeg støttede eleverne i at fastholde et brugerperspektiv i løsningen af udfordringen
Konstruere	Jeg var opmærksom på, at eleverne sikrede en tydelig rollefordeling mellem sig i konstruktionsarbejdet Jeg var opmærksom på, at eleverne havde et brugerperspektiv i løsningen af udfordringen Jeg gav eleverne mulighed for undervejs i konstruktionen at forklare, hvordan deres prototype virkede

Delproces	Udsagn
Forbedre	<p>Jeg hjalp eleverne med at sikre, at de allerede inden afprøvning af deres prototype var enige om, hvilke prøver eller målinger prototypen skulle udsættes for</p> <p>Jeg hjalp eleverne med at sikre, at de allerede inden afprøvningen af deres prototype havde lavet en klar rollefordeling imellem sig</p> <p>Jeg sikrede, at eleverne havde mulighed for at gennemføre forbedringer af deres prototype eller helt starte forfra, hvis afprøvningen gav anledning til det</p>
Præsentere	<p>Præsentationen skete i en autentisk ramme ved, at den blev gennemført for en bruger eller nogen, der påtog sig rollen som bruger</p> <p>Jeg perspektiverede sammen med eleverne undervisningen i forhold til andre mennesker og problemer, der rækker ud over skolen</p> <p>Jeg reflekterede sammen med klassen over, hvordan undervisningen forløb. Det kan være refleksion over, hvad der gik godt, og hvad der gik dårligt, og hvad eleverne fik ud af det</p>

**VIVÉ**