

Slutevaluering af Engineering i Skolen

Et kompetenceudviklingsforløb for grundskolelærere



Martin Foldager Hindsholm, Beatrice Schindler Rangvid og
Lukas Bechgaard Krabbe

VIVE

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

© VIVE og forfatterne, 2023

e-ISBN: 978-87-7582-207-2

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

VIVEs publikationer kan frit citeres med tydelig kildeangivelse.



Forord

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

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

Slutevalueringen af EiS skal vurdere resultaterne for lærere og elever. Derudover følger slutevalueringen op på midtvejsevalueringens dybe analyse af implementeringen. Evalueringen gør også status på forankringen af engineering og beskriver kort kommunernes planer for fortsat forankring.

En stor tak til alle de lærere, ledere og elever, som har bidraget til dataindsamlingen, og til de kommunale koordinatore for åbent at dele deres syn på og tilgang til projektet. Også en stor tak til 'Engineer the Future', professionshøjskolerne og koordinatorene i de seks kommuner for at støtte op om dataindsamlingen. Vi vil også takke de to eksterne reviewere for gode og konstruktive kommentarer.

Slutevalueringen er gennemført af projektleder og chefanalytiker Martin Foldager Hindsholm, seniorforsker Beatrice Schindler Rangvid og studentermedarbejder Lukas Bechgaard Krabbe fra VIVE.

Carsten Strømbæk Pedersen

Forsknings- og analysechef for VIVE Børn og Uddannelse



Indholdsfortegnelse

| | |
|----------------------|---|
| DEL 1 Afrapportering | 6 |
|----------------------|---|

| | |
|-----------------|---|
| Hovedresultater | 7 |
|-----------------|---|

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Indledning | 13 |
| 1.1 | Engineering i Skolen (EiS) skal styrke naturfag | 14 |
| 1.2 | Slutevalueringen skal primært vurdere resultater | 16 |
| 1.3 | Metode | 16 |
| 1.4 | Læsevejledning | 18 |

| | | |
|-----|--|----|
| 2 | Resultater af EiS | 19 |
| 2.1 | Har EiS haft positiv betydning for lærerne? | 20 |
| 2.2 | Har EiS haft positiv betydning for eleverne? | 26 |

| | | |
|-----|---|----|
| 3 | Forankringen af EiS | 34 |
| 3.1 | Der er tegn på forankring af engineering i lærernes årsplaner | 35 |
| 3.2 | Forankringen skal sikres i samspil med andre projekter | 36 |
| 3.3 | Nøglepersoner bliver centrale, men der vil være sårbarhed over for personaleudskiftninger | 37 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4 | Implementeringen af EiS | 39 |
| 4.1 | Implementeringen sker i højere grad på tværs og via selvudviklede forløb | 40 |
| 4.2 | Der er fortsat indikationer på udsving i kvaliteten af delprocessernes implementering | 42 |
| 4.3 | Den bedste implementering laves af motiverede lærere, der oplever sammenhæng med praksis og godt transferklima | 45 |
| 4.4 | Koordinatorerne oplever et vellykket projekt, men deres rolle har varieret | 47 |

| | | |
|---|------------|----|
| 5 | Konklusion | 49 |
|---|------------|----|

| | | |
|-------|---------------|----|
| DEL 2 | Dokumentation | 50 |
|-------|---------------|----|

| | | |
|-----|---------------------------------------|----|
| 6 | Data og metode | 51 |
| 6.1 | Interview med kommunale koordinatører | 51 |
| 6.2 | Vedrørende læreranalyserne | 52 |
| 6.3 | Vedrørende elevanalyserne | 54 |

| | | |
|------------|--|----|
| Litteratur | | 70 |
|------------|--|----|

| | | |
|---------|---------------|----|
| Bilag 1 | Bilagsfigurer | 72 |
|---------|---------------|----|

| | | |
|---------|-----------------------------------|----|
| Bilag 2 | Måling af implementeringskvalitet | 76 |
|---------|-----------------------------------|----|

| | | |
|---------|-----------------------------------|----|
| Bilag 3 | Måling af implementeringsfaktorer | 79 |
|---------|-----------------------------------|----|



DEL 1

Afrapportering

Hovedresultater

Gennem flere år har der været meget fokus på nødvendigheden af, at danske børn og unge tilegner sig kompetencer, viden og forståelse på det naturvidenskabelige område. Det er bl.a. nødvendigt pga. en stigende efterspørgsel på naturvidenskabeligt uddannet arbejdskraft, men også fordi det i et dannelsesperspektiv er væsentligt, at børn og unge kan følge og involvere sig i samfundsdebatten og bidrage til at løse de væsentlige udfordringer, vi står over for nu og i fremtiden.

Seks danske kommuner har deltaget i Engineering i Skolen (EiS), hvor primært naturfagslærere har modtaget kompetenceudvikling i den problem- og undersøgelsesbaserede undervisningstilgang engineering. Med EiS ønsker Engineer the Future (EtF), som er projektejer, og VILLUM FONDEN, som finansierer projektet, at styrke naturfagsundervisningen i danske grundskoler med henblik på bl.a. at øge elevernes interesse og motivation for naturfag. VIVE har tidligere gennemført en midtvejsevaluering af projektet. Slutevalueringens primære formål er at undersøge, om EiS har ført til positive resultater hos både lærere og elever. Sekundært bidrager evalueringen med viden om, hvordan implementeringen er gået, om der på nuværende tidspunkt kan ses tegn på forankring, og korte beskrivelser af kommunernes videre planer for forankring.

Hvad er engineering?

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

Engineering baserer sig på en undersøgelses- og problembaseret tilgang til undervisning, hvor læreren med udgangspunkt i en autentisk problemstilling fører eleverne igennem syv delprocesser. Gennem forløbet udvikler eleverne egne løsningsforslag. De syv delprocesser træner elevernes evne til at undersøge, få idéer, konkretisere, konstruere, forbedre og præsentere ved brug af naturfaglig viden og metoder.

EiS har styrket lærernes kompetencer, og engineering-kendetegn præger i stigende grad deres øvrige praksis

Vores analyser bekræfter konklusionen i midtvejsevalueringen, nemlig at lærerne har haft et positivt udbytte af kompetenceudviklingen i engineering. Lærerne føler sig mere kompetente og i højere grad tilstrækkeligt klædt på til at gennemføre både problem- og undersøgelsesbaseret undervisning. I slutevalueringen finder vi desuden, at lærernes øvrige praksis viser tegn på forandring fra før til efter kompetenceudviklingen. Lærernes øvrige praksis er i højere grad præget af kendetegn ved engineering efter kompetenceudviklingen. Lærerne stiller fx oftere eleverne åbne spørgsmål og opgaver, som lærerne ikke selv kender svaret på. De kobler også i højere grad undervisningen til elevernes umiddelbare omverden.

Eleverne har positivt udbytte af EiS på alle resultatmål

Vi har beregnet elevernes udbytte på i alt seks relevante resultatmål på elevniveau. Vi kan med varierende statistisk sikkerhed dokumentere positive resultater på dem alle. Det drejer sig konkret om disse resultatmål:

- **Interesse inden for science**
Elevens interesse for samt aspirationer med hensyn til fremtidige jobs inden for science.
- **Selvvurderede færdigheder inden for science**
Elevens oplevelse af egne faglige evner inden for naturfagene i skolen samt elevens tillid til egen viden, evner og potentiale for at blive endnu bedre inden for dette fagområde.
- **Almen dannelse inden for science**
Elevens såkaldte science-dannelse. Med science-dannelse menes her elevens holdning til og viden om nogle af grundprincipperne inden for naturvidenskabernes metoder.
- **Holdninger til science**
Elevens vurdering af relevansen og vigtigheden af jobs inden for science.
- **Skolens rolle inden for science**
Elevens oplevelse af hhv. undervisningen og støtten fra sine lærere i forbindelse med naturfagene.

■ **Engineering-kompetencer**

Elevers anvendelse af naturfaglige kompetencer til at løse udfordringer, deltage i designprocesser, samarbejde med andre samt at tage ansvar for sit arbejde.

Konkret betyder det, at eleverne på EiS-skoler sammenlignet med elever fra sammenlignelige skoler klarer sig bedre på alle parametrene i varierende grad. Forskellene mellem de to grupper er mellemstore til store. De største forskelle findes på målene *skolens rolle inden for science*, *interesse inden for science*, *holdninger til science* og *almen dannelse inden for science*.

Evalueringen viser alt i alt ganske lovende resultater på elevniveau. Flere effektstudier vil dog være nødvendige for med større sikkerhed at afgøre, om engineering har effekt på eleverne.

Udbyttet af EiS er lidt større for drenge og elever på 6. klassetrin – og implementeringskvaliteten har betydning

Udbyttet af EiS varierer på tværs af drenge og piger og på tværs af 6. og 9. klassetrin. Analyserne indikerer, at både drenge og piger har et positivt udbytte, men udbyttet er større for drengene. Forskellen er dog lille på de fleste mål, men lidt større på målene *skolens rolle inden for science* og *almen dannelsen inden for science*. Generelt er udbyttet også større på 6. klassetrin end på 9. klassetrin. Det gælder særligt på målene *holdninger til science* og *skolens rolle inden for science*. Vi finder også, at eleverne generelt oplever størst udbytte på de skoler, hvor engineering er implementeret med høj kvalitet.

Kommunerne har oplevet gode samarbejder i projektet, men ledelsessporet har givet udfordringer

De kommunale koordinatore vurderer konsekvent, at EiS har været et godt, vellykket projekt. Koordinatorernes rolle har dog varieret, alt efter hvor stor skolernes efterspørgsel på at være med i projektet har været. Nogle koordinatore har brugt mange ressourcer på rekruttering, mens andre har kunnet fokusere på kerneopgaverne i rollen. Hvor kommunen samtidig har været lille, har det været nemmere at koordinere via den daglige, uformelle kontakt med

skolerne, som koordinatoren havde i forvejen. Alle koordinatorene oplever et godt samarbejde med særligt EtF, men også med professionshøjskolerne. Dog har ledersporet været en udfordring. Med et ønske om at sikre større progression og et mere praksisnært fokus har de kommunale koordinatorene oplevet at skulle bruge mange ressourcer på de nødvendige tilpasninger.

Implementeringskvaliteten varierer (stadig) på tværs af delprocesser

Implementeringskvaliteten ligger generelt i den høje ende af skalaen. Dog finder vi, at implementeringskvaliteten er størst i de første delprocesser af engineering og derefter falder. Delprocesserne med lavest kvalitet er *konstruere*, *forbedre* og *præsentere*.

Ved midtvejsevalueringen beskrev lærerne delprocessen *forbedre* som særligt udfordrende. Det er svært at få eleverne til i tilstrækkelig grad at dvæle ved forbedringsprocessen. På trods af, at man fra projektets side har haft ekstra meget fokus herpå, ser udfordringen umiddelbart ud til stadig at gøre sig gældende.

Lærernes motivation, sammenhæng mellem kompetenceudvikling og praksis samt transferklima har stor betydning for implementeringskvaliteten

Vores analyser viser, at jo mere motiverede lærerne er for at anvende engineering, og jo bedre transferklima og sammenhæng mellem kompetenceudvikling og praksis, lærerne oplever, desto højere kvalitet implementerer de gennemsnitligt engineering med. Sammenhængene er stærke og understreger vigtigheden af motivationsfremmende aktiviteter, gode organisatoriske strukturer på skolerne og en kvalificeret og veltilrettelagt kompetenceudvikling. Lederne kan have en særlig vigtig rolle i at sikre et godt transferklima, hvor der fx organisatorisk gøres plads til projektarbejde i undervisningskemaerne.

Kommunerne satser på forankring af engineering gennem samspil med andre projekter

Der er blandt kommunerne stor motivation for, at engineering fastholdes og forankres i praksis. I nogle kommuner ses engineering som en drivkraft til at opfylde målene i skolepolitikker, og generelt er kommunernes primære strategi, at forankring skal ske gennem samspil mellem engineering og andre relevante projekter. Det gælder fx makerspaces og et andet projekt i EtF-regi, Kønsbevidst Naturfagsundervisning.

Slutevalueringen indikerer dog, at forankringsprocessen i en vis grad er sårbar over for personaleudskiftninger. Ledere, ressourcelærere og kommunale koordinators forventes at blive nøglepersoner i forankringsprocessen, så udskiftninger blandt dem kan udfordre. Flere kommuner har allerede haft betydelige udskiftninger, som de oplever negative konsekvenser af.

Implementeringen af engineering er under forandring, og der er tegn på forankring

Lærerne er generelt begejstrede for engineering, og vores analyser viser, at de i stigende grad samarbejder og implementerer engineering på tværs af fag. Forløbene er også generelt blevet længere, og flere lærere udvikler deres egne engineering-forløb end tidligere. Herudover ser engineering også ud til i højere grad end tidligere at blive tænkt ind som en konkret, planlagt undervisningsaktivitet i lærernes årsplaner. Alt sammen indikerer, at engineering er ved at bide sig fast i lærerne og deres daglige praksis. Det udgør et gunstigt udgangspunkt for, at engineering kan fastholdes og imødegår den potentielle risiko ved personaleudskiftninger.

Konklusion: EiS har været en succes på trods af udfordringer

Slutevalueringen antyder overordnet, at EiS har været en succes. Der er dele af projektet, der har skabt udfordringer, fx ledersporet, ressourcelærerrollen og at implementere delprocessen *forbedre*. Men de kommunale koordinators udtrykker overordnet tilfredshed med projektet og oplever, at implementeringen og den foreløbige forankring af engineering er gået godt.

Herudover indikerer analyserne, at EiS har opnået positive resultater hele vejen gennem den forventede forandringskæde fra kompetenceudvikling over ændringer hos lærerne til udbytte hos eleverne. Samlet set peger evalueringen således i retning af, at EtF og VILLUM FONDEN med EiS er lykkedes med at opnå de positive forandringer hos lærere og elever, som var målet med projektet.

Fakta om undersøgelsen

Evalueringen baserer sig primært på spørgeskemadata suppleret af interview med de kommunale koordinatore i deltagerkommunerne.

Der er gennemført årlige surveys blandt lærere og elever i efteråret 2020, 2021 og 2022. Relevante registerdata er indhentet fra Danmarks Statistik og Børne- og Undervisningsministeriet, og der er anvendt elevdata fra forskningsprojektet SCOPE.

Survey-data er både brugt til deskriptive analyser og sammenhængs- og effektanalyser. Analyserne af resultater på lærerniveau er lavet via lærer-fixed effect analyser, mens analyserne af resultater på elevniveau er lavet via matching og difference-in-differences modeller.

Resultaternes validitet afhænger af, at der er gode data til rådighed for analyserne. Udfordringer specifikt for vores setup er, 1) at vi ikke har en formåling til matching-analysen, samt 2) at vi pga. manglende cpr-numre i EiS-data må måle en række kontrolvariable på skole- og skoleklassetrinsniveau frem for på elevniveau.

Generelt gælder for vores analysedesign, at der ikke er tale om rendyrkede effektanalyser, fordi der ikke er tale om et lodtrækningsforsøg. Der er dog tale om avancerede statistiske analyser, som underbygges af robusthedsanalyser og monitoreringen af implementeringsindsatsen. Ikke desto mindre er effektanalyser af denne slags altid forbundet med væsentlig usikkerhed. Flere effektstudier vil være nødvendige for med større sikkerhed at afgøre, om engineering har effekt på eleverne.

1 Indledning

Vores verden og de udfordringer, vi i fællesskab står over for, er under konstant forandring. Over de senere år har bl.a. coronapandemi og klimaforandringer sat sit tydelige præg på vores verdensbillede og hverdag, men også på vores syn på naturvidenskaberne og deres rolle i samfundet. Tiltagende digitalisering og teknologisering koblet med et stigende behov for at kunne forholde sig til videnskab kalder på naturfaglig dannelse blandt alle samfundsborgere og i alle positioner (Sjøberg, 2012). Naturfaglig viden og kompetencer er afgørende for at kunne navigere i og forholde sig kritisk og nuanceret til samfundsudviklingen og ny viden og teknologi. Blandt andet derfor har fonde, centrale beslutningstagere og interessenter i disse år et massivt fokus på at øge danske børn og unges interesse for og viden om naturvidenskab.

Engineering i Skolen (herefter EiS) gennemføres af teknologialliancen Engineer the Future (herefter EtF) i partnerskab med VIA University College, Københavns Professionshøjskole samt ASTRA og er finansieret af VILLUM FONDEN. EiS har til formål at gøre undervisningen i de naturvidenskabelige fag mere motiverende, vedkommende og udbytterig for eleverne. Projektet sigter mod en blivende ændring af naturfagsundervisningen i Danmark gennem udvikling af en dansk engineering-didaktik, som skal styrke undervisningen.

Projektet involverer bl.a. en omfattende kompetenceudviklingsindsats målrettet lærere i seks danske kommuner.¹ Siden efteråret 2020 har lærere i Ishøj, Jammerbugt, Ringkøbing-Skjern, Skanderborg, Svendborg og Vejen modtaget i kompetenceudvikling i engineering.²

Denne slutevaluering afdækker resultaterne af kompetenceudviklingen for både lærere og elever og supplerer midtvejsevalueringen med et opdateret blik på implementeringen og den foreløbige forankring af engineering i kommunerne og på skolerne.

¹ Projektet involverer også en række andre aktiviteter, som er beskrevet her: Projektbeskrivelse for engineering i Skolen. Anden fase: 2020-2023 - <https://engineerthefuture.dk/om-os/indsatser/projektbeskrivelse-engineering-i-skolen-anden-fase/>

² Vejen Kommune trådte dog først ind i projektet i løbet af 2021 og har således haft kortere tid til implementeringsprocessen.

1.1 Engineering i Skolen (EiS) skal styrke naturfag

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 lærebogsstyrede undervisning i naturfag.

Engineering er en undersøgelses- og problembaseret tilgang til undervisning, hvor læreren med udgangspunkt i autentiske problemstillinger fører eleverne igennem syv delprocesser. Gennem forløbet udvikler eleverne egne løsningsforslag. 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

| Delproces | |
|---------------------|---|
| Forstå udfordringen | Læreren introducerer problemfeltet/narrativet, og gennem aktiviteter afgrænses udfordringen. Elevgrupper og lærer bliver enige om mål og rammer for det kommende arbejde. Grupperne drøfter egen forståelse af udfordringen, fx ved at beskrive den med egne ord. |
| Undersøge | Elevgrupperne kortlægger relevant viden, de får brug for. De skaffer og tilegner sig viden. Det kan være gennem forsøg, interviews, løsning m.m. |
| Få idéer | Elevgrupperne forhandler og vælger idéer, de vil gå videre med. |
| Konkretisere | Elevgrupperne konkretiserer, skitserer og vælger materialer. De planlægger det videre arbejde og fordeler opgaver. |
| Konstruere | Elevgrupperne virkeliggør deres idé til prototype med valgte materialer og redskaber. |
| Forbedre | Elevgrupperne tester, evaluerer og forbedrer prototypen. Det medfører ofte, at elevgrupperne må tilbage og gentage tidligere delprocesser, fx idéudvikling eller undersøgelser. |
| Præsentere | Elevgrupperne præsenterer løsning, overvejelser om designprocessen og valg truffet undervejs. |

Kilde: Engineer the Future & Astra

1.1.1 Kompetenceudviklingen bygger på QUEST-modellen men med plads til lokal variation

Kompetenceudviklingen er gennemført af fem af Danmarks seks professionshøjskoler: VIA University College, Københavns Professionshøjskole, Professionshøjskolen UCN, UC SYD og UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole. Den baserer sig på erfaringer fra QUEST-modellen, som er en veldokumenteret model for skolebaseret kompetenceudvikling (Iversen, 2021). Med ud-

gangspunkt i modellen gør projektet brug af 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 bl.a. kan afprøve engineering-forløb, som de i løbet af kompetenceudviklingen har udviklet til deres elever. Praksisperioderne involverer også observation og faglig sparring.

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.

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.

Partnerskabet bag EiS

Engineer the Future er projektejer og varetager bl.a. den overordnede formidling samt udvikling af undervisningsressourcer og afholdelse af engineering-workshops for lærere rundt i landet.

Astra – det nationale naturfagscenter bidrager via sine regionale centre til forankring i hele landet og til kvalificering af undervisningsressourcer.

Københavns Professionshøjskole og VIA University College bidrager til videreudvikling af engineering-didaktikken, efteruddannelse af undervisere på læreruddannelserne samt af udvalgte lærere i de seks samarbejdskommuner Jammerbugt, Skanderborg, Ringkøbing-Skjern, Svendborg, Ishøj og Vejen.

Desuden bidrager ingeniøruddannelserne, science-centre samt partnervirksomheder.

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

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. For eksempel har kompetenceudviklingen et kernepensum, men det øvrige faglige indhold kan tilpasses de lokale behov. Den præcise model for implementering har altså varieret.

Forventningen fra EiS er, at lærerne gennemfører engineering-forløb 2-3 gange pr. skoleår.

1.2 Slutevalueringen skal primært vurdere resultater

Slutevalueringen har følgende todelte formål:

- Slutevalueringen af EiS skal først og fremmest bidrage til at afgøre, om EiS lever op til sine egne og sponsorernes forventninger til forandringer ved at undersøge, hvad der er kommet ud af kompetenceudviklingsindsatsen: Har kompetenceudviklingen i engineering medført positive ændringer hos lærere og elever?
- Sekundært er formålet at undersøge implementeringen og forankringen af engineering: Hvordan er implementeringen gået, har den ændret sig, og er der tegn på, at engineering forankres i de kommunale skoleforvaltninger og på skolerne?

Generelt bygger slutevalueringen videre på og supplerer midtvejsevalueringen, der blev offentliggjort i 2022 (Slottved m.fl., 2022).

1.3 Metode

Slutevalueringen baserer sig på et sæt af ganske omfattende survey-data indsamlet blandt både lærere og elever suppleret med registerdata og interview med de kommunale koordinatore i de seks deltagerkommuner.

Spørgeskemaundersøgelserne blandt lærere og elever er gennemført ad tre omgange hvert efterår i hhv. 2020, 2021 og 2022. I 2022 deltog 210 lærere og i alt 2.337 elever på 6. og 9. klassetrin i undersøgelsen.

Lærer-surveyen 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. Via lærer-surveyen kan vi bl.a. undersøge, med hvilken kvalitet engineering er implementeret, hvor gunstige rammerne for implementering opleves, og om lærernes kompetencer og praksis har udviklet sig. Den sidste del gør vi ved at isolere lærerne, for hvem der både er lavet en førmåling og en eftermåling.

Elev-surveyen var målrettet alle elever på 6. og 9. klassetrin undtagen elever i specialtilbud. I analyserne anvender vi seks mål vedrørende elevers motivation for STEM, naturfaglige kompetencer, forståelse for og anvendelse af teknologi samt engineering-kompetencer. Fem af de seks mål er udviklet i forbindelse

med SCOPE med det formål at måle børn og unges science-kapital – dvs. den viden om, de holdninger til og de oplevelser med natur, teknologi og sundhed, som børn og unge bygger op gennem forskellige sfærer i livet.³ Målet for engineering-kompetencer er udviklet på baggrund af et forarbejde lavet af Naturfagernes evaluerings- og udviklingscenter (NEUC).

Elevdata indsamlet via evalueringen er suppleret med målinger blandt elever på andre skoler indsamlet gennem projektet SCOPE samt registerdata fra Danmarks Statistik og Børne- og Undervisningsministeriet. Det er gjort for at kunne undersøge betydningen af EIS for eleverne.

Vi anvender to forskellige metoder: en matching-metode i vurderingen af de fem SCOPE-resultatmål, og difference-in-differences metoden for målet for engineering-kompetencer (her sammenlignes elever fra skoler med hhv. høj og lav implementeringskvalitet). I alle analyser tager vi højde for forskelle mellem skoler og elever i de to grupper for at komme tæt på en mulig kausal effekt af EIS.

Generelt gælder for vores analysedesign, at der ikke er tale om rendyrkede effektanalyser, fordi der ikke er tale om et lodtrækningsforsøg.⁴ Der er dog tale om avancerede statistiske analyser, som underbygges af robusthedsanalyser og monitoreringen af implementeringsindsatsen. Ikke desto mindre er effektanalyser af denne slags altid forbundet med væsentlig usikkerhed. Flere effektstudier vil være nødvendige for med større sikkerhed at afgøre, om engineering har effekt på eleverne.

Evalueringens datagrundlag og de metoder, vi anvender, beskrives i detaljer i kapitel 6, som findes i rapportens DEL 2, Dokumentation.

³ Læs mere om SCOPE her: <https://www.vive.dk/da/projektforloeb/scope/>

⁴ Eller et kvasi-randomiseret design.

1.4 Læsevejledning



Ud over indledningen i kapitel 1 består rapporten af tre kapitler med hvert sit analytiske fokus samt en konklusion:

- I kapitel 2 præsenterer vi resultaterne af EiS for hhv. lærere og elever.
- Kapitel 3 præsenterer resultaterne af vores analyser af, om der er tegn på forankring af engineering, og af hvad der forventes at blive centralt for forankringen fremadrettet.
- I kapitel 4 beskriver vi, hvordan implementeringen af EiS har været under forandring, kvaliteten af implementeringen, og hvad der har betydning for den, samt hvordan de kommunale koordinators har oplevet projektet.
- I kapitel 5 konkluderer vi samlet på analyserne.

2 Resultater af EiS

I dette kapitel præsenterer vi resultaterne af EiS. Vi følger op på de foreløbige resultater på lærerniveau præsenteret i midtvejsevalueringen og supplerer med resultater på elevniveau. Præsentationen af resultaterne følger en forandringsteoretisk logik illustreret via forandringskæden nedenfor. Med det mener vi, at der er et hierarki i de resultatmål, vi analyserer på.



Indsatsen består af kompetenceudvikling i engineering. Første trin i forandringsteorien er altså, at lærerne opnår et udbytte af kompetenceudviklingen i form af styrkede kompetencer. Dernæst skal lærerne sætte deres styrkede kompetencer i spil i undervisningen gennem implementering af engineering og eventuelle tilpasninger af øvrig praksis. Først derefter kan man med rimelighed forvente, at eleverne påvirkes. Resultaterne præsenteres derfor i denne logiske rækkefølge.

Undersøgelsesspørgsmål

Konkret baserer kapitlet sig på følgende undersøgelsesspørgsmål:

- Har EiS en positiv betydning for lærerne? Herunder om lærernes...
 - ... oplevede kompetencer styrkes?
 - ... øvrige praksis i stigende grad prægtes af kendetegn ved engineering?

- Har EiS en positiv betydning for eleverne? Herunder om eleverne opnår et udbytte i forhold til deres ...
 - interesse inden for science
 - selvvurderede færdigheder inden for science
 - almene dannelse inden for science
 - holdninger til science
 - oplevelse af skolens rolle inden for science
 - engineeringkompetencer.

Hvad viste midtvejs- evalueringen om resultater?

Analyserne af foreløbige resultater viste, at lærerne havde haft et positivt udbytte af kompetenceudviklingen i engineering. På næsten alle de målte kompetenceområder af relevans for engineering vurderede lærerne sig mere kompetente i 2021 end i 2020. Vi kunne dog ikke i midtvejsevalueringen dokumentere, at der var sket en ændring i lærernes øvrige praksis.

Det var i forbindelse med midtvejsevalueringen endnu ikke muligt at lave analyser af resultater på elevniveau.

Analyserne viser, at lærerne har oplevet en positiv udvikling fra før til efter kompetenceudviklingen på næsten alle undersøgte delkompetencer af relevans for engineering. Videre indikerer analyserne, at den positive udvikling i lærernes kompetencer og erfaringen med at lave engineering har haft en afsmitning på lærernes øvrige praksis, som i højere grad præges af engineering-kendetegn efter kompetenceudviklingen. For eksempel stiller lærerne i højere grad eleverne åbne spørgsmål og opgaver, som lærerne ikke selv kender svaret på. Lærerne kobler også i højere grad undervisningen til elevernes umiddelbare omverden.

Analyserne indikerer videre, at EiS også har ført til positive resultater yderst i forandringskæden – altså blandt eleverne. Analyserne viser positive og både statistisk og substantielt signifikante resultater på alle seks resultatmål.

2.1 Har EiS haft positiv betydning for lærerne?

I dette afsnit svarer vi på, om EiS har haft positiv betydning for lærerne. Først beskriver vi, om lærernes oplevede kompetencer af relevans for engineering har ændret sig efter kompetenceudviklingen. Derefter beskriver vi, om der er tegn på, at lærernes øvrige praksis i stigende grad præges af kendetegn ved engineering.

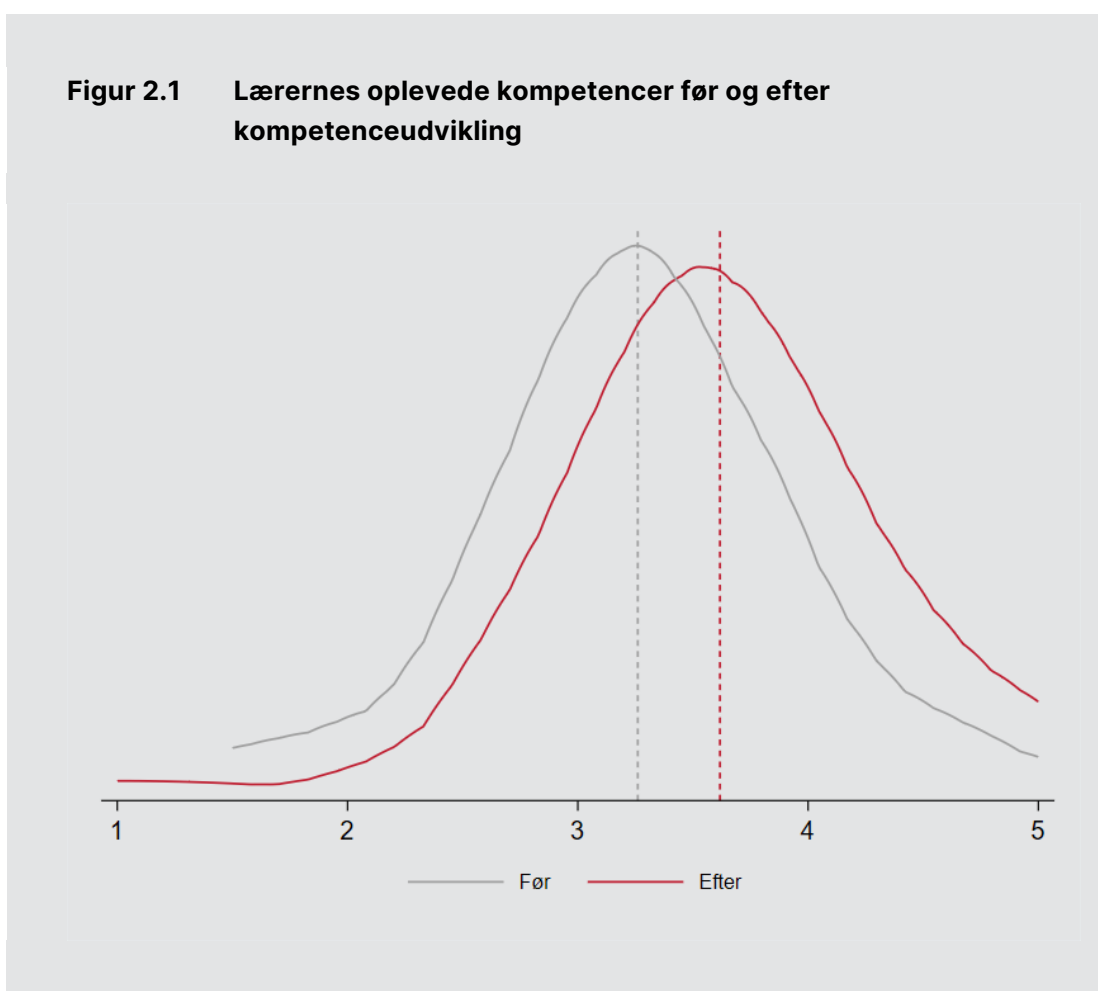
2.1.1 Lærernes kompetencer er styrket efter kompetenceudviklingen

Udviklingen i lærernes oplevede kompetencer er undersøgt via et samlet kompetencemål, der baserer sig på lærernes svar på otte underspørgsmål. Svarskalaen går fra 1 til 5, hvor 5 udtrykker den mest positive opfattelse af egne kompetencer. Vi finder, at lærerne oplever sig mere kompetente efter kompetenceudviklingen.

Figur 2.1 viser fordelingen af lærernes svar hhv. før og efter kompetenceudviklingen. I figuren er de to fordelingskurver forskudt, så den røde kurve ligger

længere mod højre end den grå. Det betyder substantielt, at tyngden af lærernes svar fra før til efter kompetenceudviklingen har bevæget sig mod den positive ende af skalaen fra 1-5. Konkret har gennemsnittet af lærernes svar udviklet sig fra 3,29 til 3,63. Udviklingen i et gennemsnit kan være svært at tolke, men det svarer til, at andelen af lærere, der har et gennemsnit lig med eller større end 4, som er udtryk for, at lærerne "i høj eller meget høj grad" oplever sig kompetente, er steget fra 14 til 30 %. Der er altså tale om en ganske markant udvikling.⁵

Det skal dog bemærkes, at udviklingen ikke nødvendigvis kan tilskrives kompetenceudviklingen alene: Principielt kan der være supplerende årsager til, at lærerne vurderer deres kompetencer mere positivt efter kompetenceudviklingen end før. Alt i alt vurderer vi dog, at kompetenceudviklingen er den mest sandsynlige forklaring på udviklingen.



Anm.: N = 63.

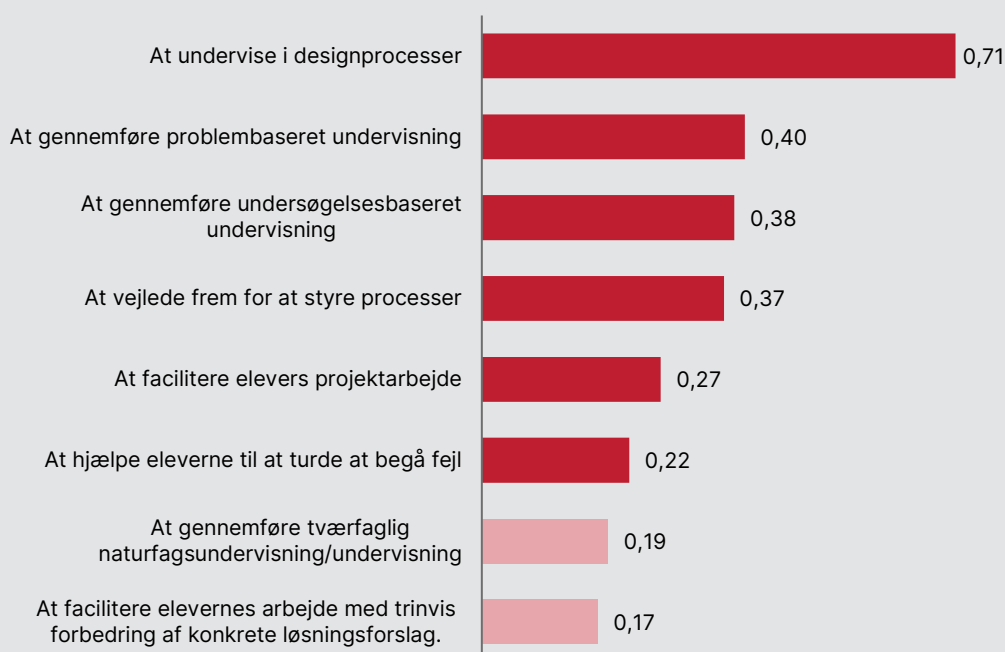
Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere i 2020, 2021 og 2022.

⁵ Det understreges af, at udviklingen målt i standardafvigelser er på 0,49. Det anses som en meget stor udvikling.

Som nævnt består kompetencemålet af otte delkompetencer. For at blive klo- gere på, om der er nogen af disse, der særligt driver udviklingen på det sam- lede kompetencemål, har vi undersøgt udviklingen på hver af delkompeten- cerne. Analysen viser, at der er positive udviklinger på seks af de otte delkom- petencer. Ikke overraskende har lærerne særligt udviklet sig på delkompeten- cen at undervise i designprocesser. Den gennemsnitlige udvikling på skalaen 1-5 er 0,71. Udviklingen er også betydelig på delkompetencerne at gennem- føre problembaseret undervisning, at gennemføre undersøgelsesbaseret un- dervisning og at vejlede frem for at styre processer.

Den gennemsnitlige udvikling på skalaen 1-5 for hver af delkompetencerne fra før til efter kompetenceudviklingen fremgår af Figur 2.2.

Figur 2.2 Udviklingen i lærernes gennemsnitlige vurdering af egne delkompetencer på skalaen 1-5



Anm.: Hvor udviklingen er statistisk signifikant, er søjlen mørk. N=63. 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".

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere i 2020, 2021 og 2022.

Videre analyser antyder, at der er tale om blivende ændringer af lærernes kompetencer. Vi har undersøgt det ved at se på de lærere, der allerede ved midtvejsmålingen havde modtaget kompetenceudvikling, og fulgt dem derefter. Mindst 1 år efter kompetenceudvikling falder disse læreres gennemsnit på kompetencemålet blot med beskedne 0,05. Det er så lille en ændring, at man ikke med tilstrækkelig statistisk sikkerhed kan tale om et egentligt fald.

2.1.2 Lærernes øvrige praksis er i lidt højere grad præget af engineering

Ud over en udvikling i oplevede kompetencer, kan vi også dokumentere en positiv udvikling i lærernes øvrige praksis. Konkret har vi undersøgt, i hvilken grad lærernes praksis er præget af kendetegn ved engineering, fx at man som lærer i højere grad stiller åbne spørgsmål eller inddrager eleverne i valg af indhold og metoder.

Det samlede mål for øvrig praksis består af lærernes svar på 15 underspørgsmål. Ligesom på kompetencemålet går svarskalaen fra 1 til 5, hvor 5 udtrykker, at praksis i størst mulig grad er præget af engineering-kendetegn.

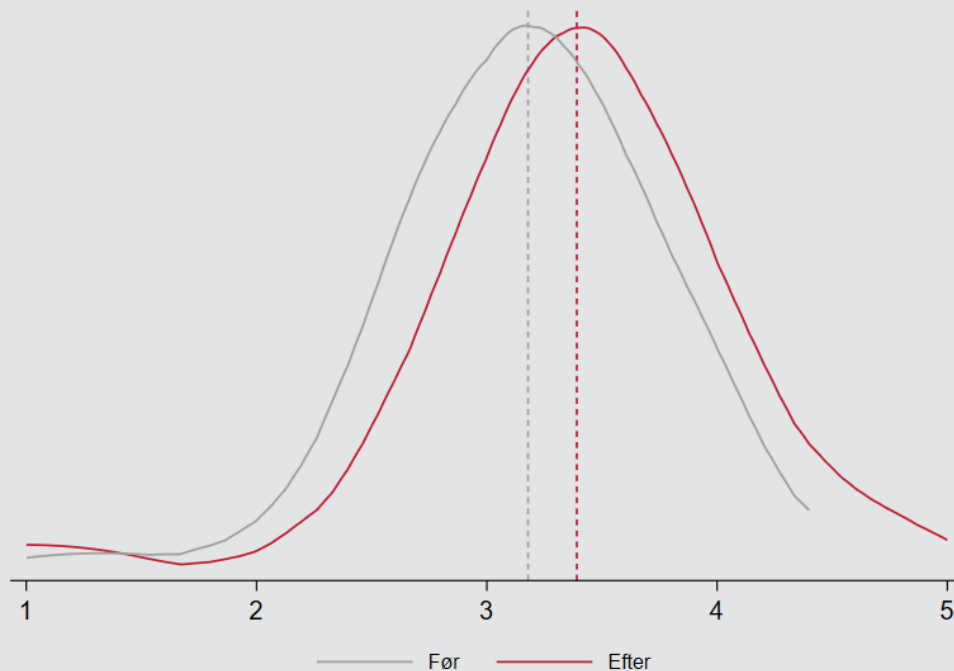
Figur 2.3 viser fordelingen af lærernes gennemsnitlige svar på det samlede mål. Fordelingskurven forskydes mod højre fra før til efter kompetenceudvikling. Det illustrerer, at praksis i stigende grad præges af engineering-kendetegn. Gennemsnittet stiger fra 3,17 til 3,35. Det er en mindre ændring end på kompetencemålet. Substantielt er andelen af lærere, der har et gennemsnit lig med eller over 4 på det samlede mål, steget med 8 procentpoint fra 5 til 13.⁶

Vi kan også dokumentere, at lærerne er blevet mere faciliterende i deres undervisning, altså at de i højere grad hjælper eleverne til selv at komme frem til, hvad de skal gøre, i stedet for at fortælle eleverne, hvad de skal gøre.⁷ Under engineering indtager lærerne en rolle, der er mindre anvisende og mere faciliterende, end under traditionel undervisning, og det ligner altså, at lærerne har taget den rolle med over i den øvrige undervisning.

⁶ Andelen af lærere, der har et gennemsnit lig med eller over 3 på det samlede mål, er steget med 16 procentpoint fra 65 til 81.

⁷ Lærerne blev spurgt: "I hvilken grad gør følgende udsagn om din undervisningspraksis sig gældende? Jeg har en faciliterende undervisningstilgang (jeg hjælper eleverne med selv at komme frem til, hvad de skal gøre)." Lærerne svarede på en skala fra 1-5, hvor 1 er "slet ikke" og 5 er "i meget høj grad". Fra før til efter kompetenceudvikling steg lærernes gennemsnitlige svar fra 3,03 til 3,29 (0,37 standardafvigelse).

Figur 2.3 Lærernes øvrige undervisningspraksis før og efter kompetenceudvikling



Anm.: N = 63.

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere i 2020, 2021 og 2022.

Udviklingen på det samlede mål for øvrig undervisningspraksis er sket relativt konsekvent på tværs af de undersøgte dele af praksis. I hvert fald er gennemsnittet på 14 af 15 mål højere efter kompetenceudvikling. Det fremgår af Figur 2.4, som viser udviklingen på skalaen 1-5. I fem tilfælde er udviklingen så stor, at vi med tilstrækkelig statistisk sikkerhed kan sige, at der er sket en positiv udvikling.

Det ser dog fx ikke ud til, at lærerne i højere grad samarbejder om undervisningen med andre lærere, eller at undervisningen er blevet mere tværfaglig. Det på trods af, at selve implementeringen af engineering som beskrevet tidligere i højere grad sker i fællesskab på tværs af lærere og fag.

Figur 2.4 Udviklingen i lærernes gennemsnitlige vurderinger af øvrig praksis på skalaen 1-5



Anm.: Hvor udviklingen er statistisk signifikant, er søjlen mørk. N=63. Spørgsmålsformulering: "I hvilken grad gør du følgende i din naturfagsundervisning?"

Kilde: VIVEs spørgeskema til lærere i 2020, 2021 og 2022.

Igen har vi undersøgt, om der er tegn på, at ændringen er blivende. Det er der. Ser vi alene på lærerne, der allerede ved midtvejsmålingen havde modtaget kompetenceudvikling, er der ved slutmålingen ikke sket yderligere udvikling i gennemsnittet på målet for deres øvrige praksis.

Boks 2.1 Data og metode i læreranalyserne

- Analyserne af lærernes kompetencer og øvrige praksis baserer sig på tre runder af spørgeskemaundersøgelser blandt involverede lærere.
- Data er indsamlet i efteråret 2020, 2021 og 2022, og fordi data indeholder flere målinger fra de samme lærere men på forskellige tidspunkter, har vi mulighed for at teste for udviklinger.
- En analytisk begrænsning er, at målingen i 2020 lå på et tidspunkt, hvor en stor del af lærerne allerede havde påbegyndt kompetenceudviklingen. Det betyder, at en simpel sammenligning af disse læreres svar i fx 2020 og 2022 forventeligt undervurderer den udvikling, som lærerne reelt har gennemgået.
- Ved slutevalueringen kan vi omgå udfordringen, fordi vi har mere data til rådighed. I analyserne nedenfor har vi identificeret alle de lærere, der både har gennemført en egentlig førmåling* og en eftermåling. Det gælder for 63 lærere. Sammenligninger af før- og eftermålingerne blandt disse lærere udgør den bedste mulighed for at vurdere udviklingerne.

For uddybninger af data og metoder, se afsnit 6.2.

* En måling, der blev gennemført, inden lærerne påbegyndte kompetenceudvikling.

2.2 Har EiS haft positiv betydning for eleverne?

I dette afsnit svarer vi på, om EiS har haft positiv betydning for eleverne. Konkret har vi undersøgt, om eleverne udvikler sig på følgende resultatmål⁸:

- **Interesse inden for science**
Elevens interesse for samt aspirationer med hensyn til fremtidige jobs inden for science. Spørgsmålene her handler fx om, om eleven kan lide at læse eller lære noget om natur, teknologi eller sundhed. Der spørges også

⁸ For en nærmere beskrivelse af de enkelte resultatmål, se afsnit 6.3.2.

til, om eleven kunne tænke sig et arbejde inden for dette område – som forsker eller i en mere praktisk stilling.

■ **Selvvaluerede færdigheder inden for science**

Elevens oplevelse af egne faglige evner inden for naturfagene i skolen samt elevens tillid til egen viden, evner og potentiale for at blive endnu bedre inden for dette fagområde. Spørgsmålene omhandler fx elevens grad af deltagelse i naturfagene, og hvorvidt eleven føler sig god nok til at vælge at arbejde videre i en naturfaglig retning efter grundskolen.

■ **Almen dannelse inden for science**

Elevens såkaldte science-dannelse. Med science-dannelse menes her elevens holdning til og viden om nogle af grundprincipperne inden for naturvidenskabernes metoder. Spørgsmålene afdækker fx, om eleven er enig eller uenig i, at man kan bruge forsøg eller eksperimenter til at finde ud af, om noget er rigtigt, og om nye opdagelser kan ændre videnskabsfolks opfattelse af, hvad der er rigtigt.

■ **Holdninger til science**

Elevens vurdering af relevansen og vigtigheden af jobs inden for science. For eksempel spørges der til, i hvilken grad eleven mener, at et job inden for natur, teknologi og sundhed giver mulighed for at finde på nye ting eller at hjælpe andre, og i hvilken grad sådanne jobs er vigtige for samfundet.

■ **Skolens rolle inden for science**

Elevens oplevelse af hhv. undervisningen og støtten fra lærerne i forbindelse med naturfagene. Spørgsmålene handler fx om, hvorvidt eleven oplever, at han eller hun kan bruge det, vedkommende lærer i naturfagene til at forstå forskellige problemer i samfundet. Der spørges også til, om eleven oplever, at hans eller hendes lærere viser, hvordan man kan blive endnu bedre i naturfagene.

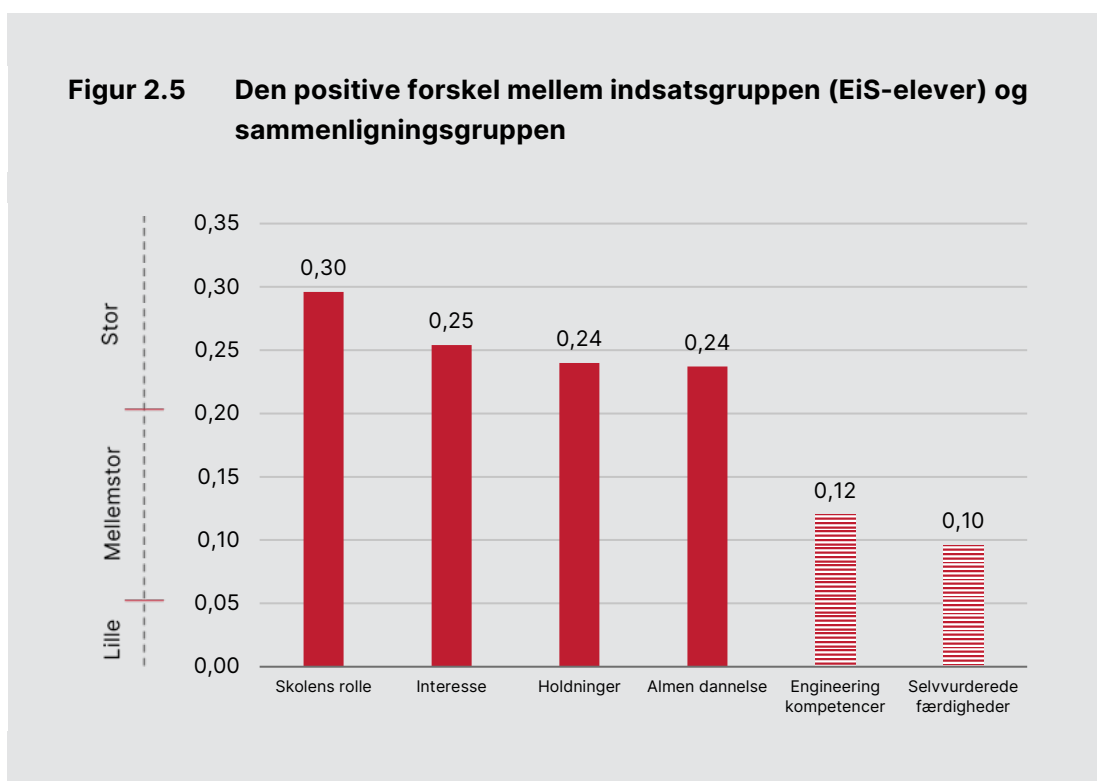
■ **Engineeringkompetencer**

Elevens anvendelse af sine naturfaglige kompetencer til at løse udfordringer, deltage i designprocesser, samarbejde med andre samt at tage ansvar for sit arbejde.

Vi undersøger også, om drenge og piger og elever på hhv. 6. og 9. klassetrin påvirkes forskelligt, samt hvorvidt påvirkningen afhænger af implementeringskvaliteten.

2.2.1 EiS virker positivt på eleverne

Vores analyser indikerer samlet set, at EiS har haft positiv betydning for eleverne på hvert af de undersøgte resultatmål, når der korrigeres for forskelle mellem indsats- og sammenligningsgruppen.⁹ Det svarer til det, som i faglitteraturen anses som mellemstore til store effekter¹⁰ (0,1 – 0,3 standardafvigelser), og de er statistik sikkert bestemt.¹¹



Anm.: Forskellen mellem grupperne er opgjort i standardafvigelser. En søjle med fyld hhv. mønsterfyld angiver, at estimatet er statistik sikkert bestemt på 5-procents- hhv. 10-procents-signifikansniveau. Antal observationer varierer mellem 3.816 for engineeringkompetencer og 5.611-5.863 for de øvrige resultatmål.

Vi anvender tærskler for resultatstørrelser som i Kraft (2020) anbefales vurdering af udviklinger i faglige færdigheder hos grundskoleelever. Disse retter sig bedre mod vores undersøgelsesområde end de generelle tærskler anbefalet i Cohen (1969), som er noget højere. Det betyder således, at vi ikke anvender det mest konservative skøn.

Kilde: VIVEs spørgeskemaundersøgelse blandt elever 2020 og 2022 samt SCOPE-baseline.

⁹ Vi korrigerer for forskelle mellem grupperne via matching- og regressionsanalyser. Metoderne uddybes i afsnit 6.3.4.

¹⁰ Der er ingen klar afgrænsning af, hvad der bør forstås som store eller små forskelle. En almindelig praksis for at evaluere effekters størrelse er at anvende en række tærskler, som blev foreslået af Jacob Cohen for mere end et halvt århundrede siden (0,2 = lille, 0,5 = medium, 0,8 = stor; Cohen, 1969). Cohens tærskler anvendes stadigvæk bredt inden for samfundsvidenskaberne, selvom det at anvende en generel tommelfingerregel på tværs af fagområder er blevet kritiseret for at være for simpelt og muligvis vildledende (Kraft, 2020; Schäfer & Schwarz, 2019). I forhold til resultaterne i rapporten anvender vi mere specifikke tærskler, som er anbefalet til analyser af indsats målrettet styrkelse af børns faglige færdigheder, og som er noget lavere: op til 0,05 SD, mellem 0,05 og 0,2 SD og større end 0,2 SD betragtes hhv. som små, mellemstore og store forskelle, jf. Kraft (2020). Disse tærskler er derfor ikke den mest konservative fortolkning af resultaterne, og de passer måske bedst i forhold til de to resultatmål, engineeringkompetencer og selvvurderede færdigheder i naturvidenskab, som kommer tættest på mål for faglige færdigheder. For de øvrige resultatmål er tærsklerne lige på grænsen til at være for optimistiske, hvorfor mellemstore forskelle ville være en mere forsigtig fortolkning af resultaterne for *skolens rolle*, *interesse*, *holdninger* og *almen dannelse*.

¹¹ 5-procents- eller 10-procents-signifikansniveau.

Størrelsen på forskellene mellem eleverne i indsats- og sammenligningsgruppen fremgår af Figur 2.5. Betydningen af EiS er størst på resultatmålet *skolens rolle* og mindst på *selvvurderede færdigheder*.¹²

Forskelsstørrelserne kan være svære at tolke substantielt, men kan ligesom i analyserne af udviklingerne hos lærerne illustreres ved at sammenligne, hvor stor andel af eleverne i hhv. indsats- og sammenligningsgruppen, der ligger over en vis tærskel på resultatmålene. Sætter vi tærsklen ved 3, som udgør skalaens midtpunkt¹³, finder vi, at der i indsatsgruppen er 11 procentpoint flere elever end i sammenligningsgruppen, der ligger på 3 eller derover på *skolens rolle*. De tilsvarende resultater for de øvrige resultatmål er: 10 procentpoint for *almen dannelse*, 8 procentpoint for *holdninger*, 5 procentpoint for *interesse*, 2 procentpoint for *selvvurderede færdigheder* og 5 procentpoint for *engineeringkompetencer*.¹⁴

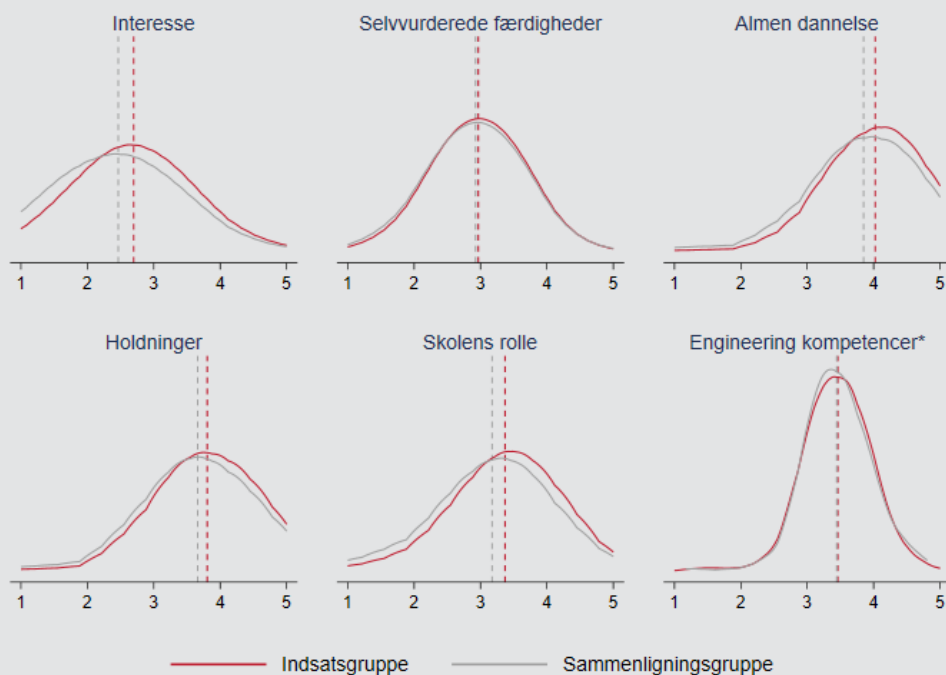
Forskellene illustreres yderligere i Figur 2.6. Figuren viser de rå fordelinger af, hvordan eleverne i de to grupper klarer sig inden for hvert af de seks resultatmål. Det hjælper til yderligere at håndgribeliggøre og forstå forskellene. Med rå fordelinger mener vi, at fordelingerne – modsat de statistiske modeller – ikke tager højde for forskelle mellem børn og skoler, der deltager i EiS, og de, som ikke gør. Men selv når der tages højde for disse forskelle, er det kun resultatet for engineering-kompetencer, der ændrer sig. Derfor illustrerer figuren meget godt, hvordan indsatsgruppen klarer sig bedre på de fleste resultatmål, selv inden de statistiske modeller tages i brug.

¹² At den mindste forskel findes på selvvurderede kompetencer, kan muligvis skyldes, at eleverne i nogle af de underliggende spørgsmål sammenligner sig med resten af deres klasse, som også vil være blevet løftet af EiS. Udelades disse spørgsmål, bliver betydningen af EiS sikkert bestemt (1-procents-signifikansniveau), men forskellens størrelse er stort set uændret. For en nærmere beskrivelse, se afsnit 6.3.5.

¹³ En anden tærskel end 3 ville også kunne vælges. Brugen af en tærskelværdi har alene som formål at illustrere og håndgribeliggøre resultaterne.

¹⁴ Rækkefølgen af forskellenes størrelse i Figur 2.5 er ikke nødvendigvis den samme, fordi vi her fokuserer på, om en bestemt tærskel overskrides i stedet for at se på hele fordelingen.

Figur 2.6 Elevers resultatmål fordelt på indsatsgruppen (EiS-elever) og sammenligningsgruppen



Anm.: For engineering-kompetencer gælder, at indsatsgruppen er højt implementerende skoler og sammenligningsgruppen lavt implementerende. Tallene er for 2022. Antal observationer varierer mellem 2.299 for engineering-kompetencer (kun 2022-tal) og 6.414-6.677 for de øvrige resultatmål.

Kilde: VIVEs spørgeskemaundersøgelse blandt elever 2022 og SCOPE-baselinemålingen.

Resultaterne måles på en skala fra 1-5, hvor 5 indikerer fx stor interesse, og 1 lille interesse. De stiplede linjer angiver gennemsnittet for hver gruppe.¹⁵ Ligesom i de tilsvarende figurer i afsnittet om EiS' betydning for lærerne er fordelingskurverne forskudt, så den røde kurve ligger længere mod højre end den grå. Substantielt betyder det, at eleverne i indsatsgruppen afgiver mere positive svar end eleverne i sammenligningsgruppen. For eksempel er der således flere elever, som interesserer sig meget for science blandt EiS-elever end hos sammenligningsgruppen; og færre der kun i mindre grad er interesserede.

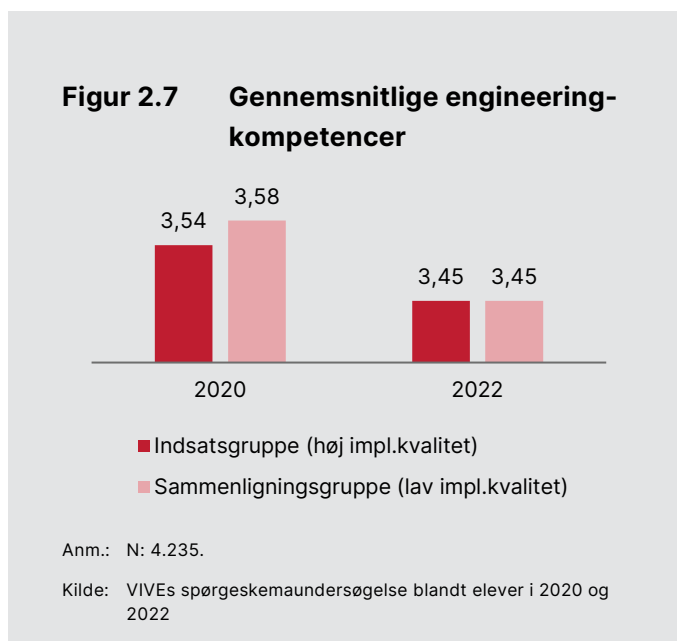
Som nævnt er det kun resultatet for engineering-kompetencer, der er anderledes, når vi tager højde for relevante forskelle mellem indsats- og sammenligningsgruppen. Det skyldes, at sammenligningsgruppen (elever på skoler med

¹⁵ For engineering-kompetencerne viser vi i Figur 2.6 tallene for 2022, mens der i regressionerne desuden sammenlignes med udviklingen siden 2020.

lav implementeringskvalitet) gennemsnitligt havde stærkere engineering-kompetencer i 2020 end eleverne i indsatsgruppen (eleverne på skolerne med høj implementeringskvalitet). Det er illustreret i Figur 2.7. Men forskellen mellem de to grupper blev mindre frem til 2022. Faktisk gælder for både indsats- og sammenligningsgruppen, at elevernes engineering-kompetencer gennemsnitligt er svagere i 2022 end i 2020. Det væsentlige her er, at *tilbagegangen* har været mindre for indsatsgruppen, altså for eleverne på skoler med høj implementeringskvalitet.

Den generelle tilbagegang mellem 2020 og 2022 er udtryk for en tidstrend, som muligvis skyldes de særlige forhold i perioden som følge af coronapandemien (herunder skolelukninger, undervisning i en reduceret fagrække, udfordringer ved brug af faglokaler). I perioden var der ad flere omgange både lokale og landsdækkende skolenedlukninger, hvor skoledagen så helt anderledes ud end normalt. Eleverne blev sendt hjem og modtog fjernundervisning. Det udfordrede lærernes relationsarbejde og

de sociale fællesskaber, og undersøgelser peger på, at elevernes generelle trivsel og motivation faldt under pandemien. Også elevernes faglighed vurderes at være blevet negativt påvirket. Særligt under den lange skolenedlukning i foråret 2021, der strakte sig over næsten fire måneder og lå mellem de to målinger brugt i analysen ovenfor, blev kernefagene prioriteret på bekostning af eksempelvis naturfagene (EVA, 2022). Hjemsendelserne betød helt naturligt også, at brug af undersøgende undervisningstilgange og fx udvikling af elevers samarbejdskompetencer, som er centrale i engineering, blev stærkt udfordret. Alt sammen har haft stor betydning for eleverne og kan have påvirket deres besvarelser af spørgeskemaet i negativ retning. Resultaterne ovenfor indikerer dog, at den negative betydning af coronapandemien har været mindre på de skoler, der har implementeret engineering med høj kvalitet.



2.2.2 Udbyttet af EiS er lidt større for drenge og elever på 6. klassetrin – og implementeringskvaliteten har betydning

Mange tidligere undersøgelser viser, at børns læring og interesse for naturfagene bl.a. varierer på tværs af køn og alder (Tænk tanken DEA, 2019). Vi har derfor undersøgt, om der også er forskellig betydning af EiS på tværs af følgende grupper:

- Drenge versus piger
- Elever på 6. klassetrin versus 9. klassetrin
- Elever i skoler med høj versus lav implementeringskvalitet.

Det korte svar er ja; betydningen af EiS varierer på tværs af grupperne. Uddybende analyser opdelt på køn viser, at der kun er mindre forskelle for de fleste resultatmål. Men drenge synes særligt at have haft mere gavn af EiS, hvad angår målene *skolens rolle inden for science* og *almen science-dannelse*. Herudover er elever på 6. klassetrin overordnet mere positivt påvirket af EiS end elever på 9. klassetrin. Det gælder særligt på målene *holdninger til science* og *skolens rolle inden for science*. Til gengæld viser analyserne, at den positive betydning, som EiS har på elevernes engineeringkompetencer, alene findes på 9. klassetrin.

I forhold til implementeringskvalitet er det generelle billede, at elever på skoler, hvor implementeringskvaliteten er høj, klarer sig bedre end elever på skoler, hvor implementeringskvaliteten er lavere. Det gælder særligt på målene *holdninger til science* og *skolens rolle inden for science*.

Resultaterne er illustreret i Bilagsfigur 1.3.

Boks 2.2 Data og metode i elevanalyserne

- Analyserne af, om EiS har ført til ændringer på elevniveau, baserer sig på de årlige spørgeskemaundersøgelser blandt 6. og 9. klasser på EiS-skoler suppleret af data fra baselineundersøgelsen i forskningsprojektet SCOPE.
- De fem førstnævnte resultatmål i punktopstillingen oven for stammer fra SCOPE, hvorigennem der er udviklet et dansk surveybaseret måleredskab til måling af science-kapital. De fem mål udgør fem ud af i alt 11 dimensioner af science-kapital i det endelige måleredskab. Målene er udvalgt nøje efter, om de matcher de formulerede mål med EiS.
- Målet for engineeringkompetencer er nyudviklet på baggrund af et forarbejde lavet af Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter (NEUC). Resultatmålene er nærmere forklaret i afsnit 6.3.2.
- For at kunne vurdere, om EiS har betydning for eleverne, bruger vi såkaldte matching-metoder for at sammenligne elever på EiS-skoler (indsatsgruppen) med elever på andre skoler, som ikke er med i EiS (sammenligningsgruppen). Analyserne af engineeringkompetencer baserer sig på et lidt anderledes setup (difference-in-differences metoden), hvor vi sammenligner skoler med høj vs. lav implementeringskvalitet. I begge tilfælde bruger vi i det følgende kortfattet begreberne indsats- og sammenligningsgruppen.
- Resultaternes validitet er afhængig af, at der er gode data til rådighed for analyserne. Udfordringer specifikt for vores setup er, at 1) vi ikke har en førmåling til matching-analysen, samt 2) vi pga. manglende cpr-numre i EiS-data må måle en række kontrolvariable på skole- og skoleklassetrinsniveau fremfor på elevniveau.

For uddybninger af data og metoder, se afsnit 6.3.

3 Forankringen af EiS

EtF ønsker at udbrede brugen af engineering i danske grundskoler, og at metoden forankres som en integreret del af praksis på de skoler, der deltager i EiS. For at opnå det, er det bl.a. tænkt bevidst ind i EiS, at der gøres plads til lokale tilpasninger af projektet. Herudover baserer indsatsen sig på princippet 'faded guidance', som betyder, at ansvaret for lærernes kompetenceudvikling gradvist overdrages til den kommunale (naturfags-)koordinator. 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 beskriver vi kommunernes tanker omkring forankringsprocessen og vurderer, om der ses tegn på forankring i praksis.

Hvad viste midtvejs-evalueringen om forankringen?

Midtvejsevalueringen pegede på, at den langsigtede forankring af engineering bl.a. afhænger af kommunernes prioriteringer. Samarbejdet mellem koordinator, ledere og lærere er centralt, og det fremmer forankring, når engineering tænkes ind i eksisterende skolepolitikker og andre projekter. Men forankring er sårbar for, om fx koordinatorfunktionen prioriteres.

Det er også fremmede for forankringen, hvis den kommunale koordinator bidrager til at skabe et synligt fokus på engineering ude på skolerne. Herudover tydede midtvejsevalueringen på, at der sjældent foreligger egentlige nedskrevne og formelle planer for forankring, men at der er et udbredt ønske om, at forankringen skal ske. For eksempel bruger mange skoler den årlige engineering-dag til at fastholde fokus på engineering, og ledelserne støtter nogle steder forankringen ved at tænke engineering ind i årsplaner og skemalægning.

Undersøgelsesspørgsmål

Konkret baserer kapitlet sig på følgende undersøgelsesspørgsmål:

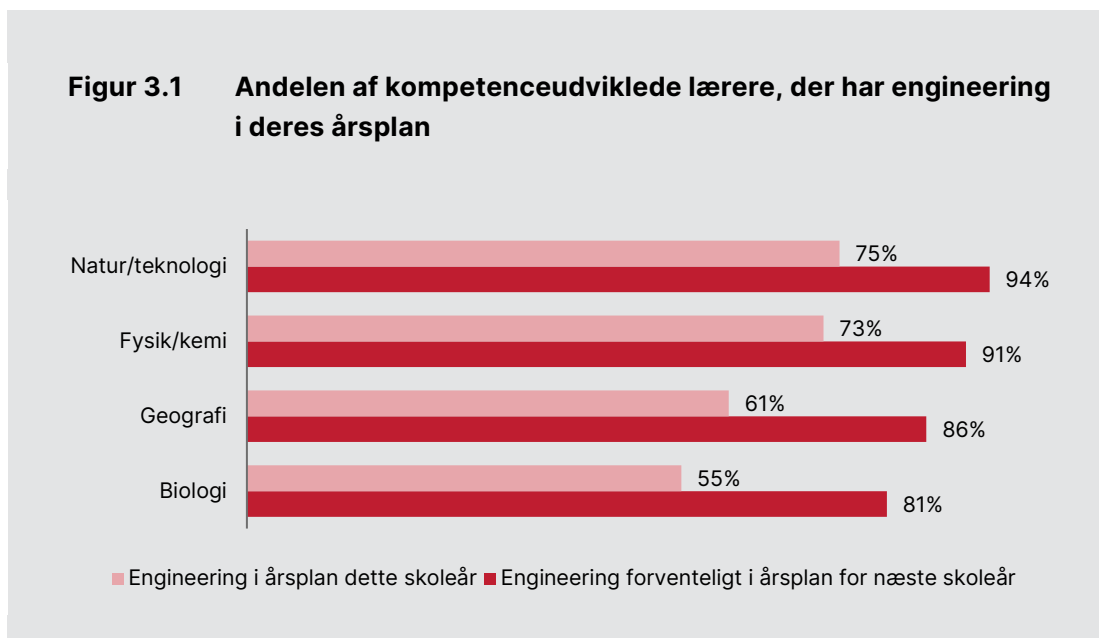
- Er der tegn på, at engineering forankres som en blivende del af skolernes praksis?
- Hvordan planlægger kommunerne at sikre videre forankring af engineering?

Analyserne viser, at kommunerne stadig i meget høj grad satser på at opnå forankring af engineering gennem samspil med andre projekter med et logisk match, fx maker-spaces. Herudover står en række nøglepersoner til at blive centrale, men det skaber en vis sårbarhed over for personaleudskiftninger. Status på forankringen er, at der ses positive tegn på forankring i lærernes praksis. Eksempelvis er der en klar tendens til, at flere lærere tænker engineering ind som en undervisningsaktivitet i deres årsplaner.

3.1 Der er tegn på forankring af engineering i lærernes årsplaner

Engineering har bidt sig fast i lærerne, som oplever positive udbytter. Der er en positiv stemning omkring projektet og en grundlæggende tro på metoden. Det ses bl.a. ved, at flere end to ud af tre lærere forventer, at de kan løfte kvaliteten af deres undervisning via engineering, og mellem 70 og 83 % af lærerne mener, at brug af engineering-metoden styrker elevernes fire naturfaglige kompetencer.¹⁶

Det væsentligste tegn på en egentlig organisatorisk forankring af engineering findes dog i, at engineering i tiltagende omfang tænkes ind i lærernes årsplaner. I slutmålingen har vi spurgt lærerne, 1) om engineering indgår som en planlagt undervisningsaktivitet i deres årsplan for dette skoleårs undervisning i hver af de naturfag, de underviser i, og 2) om de forventer, at engineering vil indgå som en planlagt undervisningsaktivitet i deres årsplan for næste skoleårs undervisning i samme fag.¹⁷ Andelene, der har svaret helt eller delvist ja på spørgsmålene, fremgår af **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**



Anm.: N = 148 (alle lærere, der har modtaget kompetenceudvikling og underviser i mindst et naturfag i dette skoleår, har svaret på de to spørgsmål for hvert fag, de underviser i).

Kilde: VIVEs spørgeskemaundersøgelse blandt lærere 2022.

¹⁶ 83 % mener, at elevernes undersøgelseskompetence styrkes. Henholdsvis 81, 75 og 70 % mener, at elevernes modelleringskompetence, kommunikationskompetence og perspektiveringskompetence styrkes.

¹⁷ På første spørgsmål kunne lærerne svare 1) "Ja, for alle mine klasser", 2) "Ja, men ikke for alle mine klasser" eller 3) "Nej". På andet spørgsmål kunne lærerne derudover svare 4), "Jeg forventer ikke at skulle undervise i faget næste skoleår". Lærerne, der har svaret 4, indgår ikke i beregningerne ovenfor.

Som figuren tydeligt illustrerer, forventer lærerne i markant højere grad, at engineering vil være en del af deres årsplan for næste skoleår, end det er tilfældet i nuværende skoleår.

Vi kan også se andre tegn på, at en forankring er undervejs. At lærerne – som vi beskriver i afsnit 4.1 – i højere grad samarbejder om en tværgående, tværfaglig implementering af engineering, og at forløbene bliver længere, signalerer gode takter i retning af en bredere og mere holdbar implementering. Jo bredere engineering er til stede i lærernes praksis, desto bedre vilkår har engineering for at overleve og blive en integreret del af skolernes hverdag. Det vil fx gøre forankringsprocessen mindre sårbar for personaleudskiftninger, som ellers fremhæves som en udfordring af de kommunale koordinatore. At flere lærere selv udvikler deres engineering-forløb indikerer desuden, at lærerne føler sig mere trygge og fortrolige med engineering som didaktik. Igen noget, der kan forventes at styrke betingelserne for forankring.

3.2 Forankringen skal sikres i samspil med andre projekter

Alle kommunale koordinatore forventer, at der fortsat vil blive lavet Engineering i deres kommune, efter EiS er afsluttet. Fælles for kommunerne er dog, at der ikke som sådan er lavet egentlige formelle, nedskrevne planer for forankringen. Men der er klare tanker om, hvordan forankring skal opnås, og flere relevante aktiviteter er allerede iværksat.

Den drivkraft for forankring, som kommunerne investerer flest ressourcer i, er dog, at de tænker engineering sammen med andre naturfagsprojekter. Her bliver særligt Makerspaces nævnt som et projekt med et godt fit, hvor der kan arbejdes videre med engineering.¹⁸ Det er en bevidst strategi for EtF at skabe synergi mellem EiS og makerspace-projektet og aktivt støtte samspillet mellem engineering og andre projekter. Det ser umiddelbart ud til at bære frugt. I hvert fald er kommunerne optaget af og finder samme strategi meningsfuld som en kanal til at opnå forankring af engineering. Også projektet Kønsbevidst naturfagsundervisning, som EtF selv står bag, nævnes som et naturligt opfølgingsprojekt. Det involverer et kompetenceudviklingsforløb specifikt målrettet engineering-uddannede lærere.¹⁹

¹⁸ 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.

¹⁹ Læs mere om Kønsbevidst Naturfagsundervisning her: <https://engineerthefuture.dk/om-os/indsatser/projektbeskrivelse-koensbevidst-naturfagsundervisning/>

EtF kan understøtte forankringen

De kommunale koordinatore fremhæver, at EtF kan understøtte forankringen ved at sikre bedre muligheder for videndeling, sparring og inspiration. Flere foreslår konkret, at EtF etablerer et netværk for koordinatore og evt. ressourcelærere, hvor man kan dele praksiseksempler og gode erfaringer – både af organisatorisk og mere praktisk eller didaktisk art. Et sådant forum vil kunne udgøre en inspirationskilde og bidrage til fastholdelse af fokus. Videndelingen kan foregå på en særlig dag, fx "Videndelingsdag", som minder om de "inspirationsdage", som nogle kommuner selv har taget initiativ til. Koordinatorerne foreslår, at netværkene kan oprettes på tværs af kommunerne. Tre kommuner har faktisk allerede selv oprettet et sådant netværk, hvor de bl.a. har holdt oplæg for hinanden og delt gode oplevelser. Disse kommuner har fået meget ud af at høre om andre kommuners erfaringer og har fået inspiration til mulige undervisningsforløb.

Herudover efterspørger koordinatorene specifikt flere konkrete engineering-forløb.

Kobling til andre projekter og politikker synliggør værdien af engineering

Koblingen til andre projekter bliver fremhævet som en vigtig vej til at sikre, at lærere og ledere fortsat kan se meningen med EiS og engineering. Hvor engineering understøtter målsætninger i kommunale skolepolitikker og -strategier, og dette tydeliggøres i kommunikationen mellem forvaltning, ledere og lærere, opleves det også som en stor fordel. Tænkes engineering ikke ind i en sammenhæng, er der risiko for, at lærerne oplever, at EiS blot er endnu et projekt, som snart forsvinder igen. Det vil svække deres motivation og hæmme forankringen.

Projektuger og inspirationsdage som sekundære forankringsaktiviteter

Kommunerne har selvfølgelig også iværksat andre forankringsaktiviteter. I nogle kommuner vil man fx fastholde fokus på engineering via Engineering-dage- og projektuger. I andre

kommuner har man ladet sig inspirere af de workshops, der har været i forbindelse med EiS. Eksempelvis har en kommune lavet en "inspirationsdag" for alle ressourcelærere i kommunen, hvor de deler de gode forløb med hinanden, ligesom man understøtter erfaringsudveksling og sparring om engineering i allerede etablerede kommunale netværk.

3.3 Nøglepersoner bliver centrale, men der vil være sårbarhed over for personaleudskiftninger

Som nævnt tidligere har skolelederne en central rolle, når det kommer til at fastholde fokus på engineering og sikre gunstige rammer på skolerne. Derfor bliver lederne helt centrale i forankringsprocessen. Andre vigtige aktører er

ressourcelærerne og de personer, der skal sikre koblingen mellem engineering og andre eventuelle projekter. Det kan fx være den kommunale naturfagskoordinator. Forankringen vil altså i en vis grad afhænge af relativt få nøglepersoner. De kommunale koordinators fremhæver, at det medfører en sårbarhed over for eventuelle udskiftninger. Det er en udfordring, som nogle kommuner allerede er stødt på. Flere kommuner har oplevet markante udskiftninger af medarbejdere, som har deltaget i projektet. Udskiftningen medfører væsentlige tab af viden og motivation, hvilket svækker implementeringen og mulighederne for forankring.



Hvad hvis ressourcelærerne stopper? Kan I godt håndtere det?

Det er selvfølgelig sårbart, så det skal de klædes på til. Det vil være svært, hvis ikke jeg er der i hvert fald.

Kommunal koordinator

Koordinatorerne fortæller også, at lærerne og lederne i høj grad inspirerer hinanden, hvilket hjælper med at fastholde fokus på engineering. Den forholdsvis hyppige udskiftning af lærere og ledere er derfor et overordnet opmærksomhedspunkt, som kan svække implementeringen betydeligt.

Ledelse, ressourcer og fortsat fokus på engineering i forvaltningen kan også blive afgørende

Vi har spurgt koordinators, hvad de ellers tror bliver afgørende for, om engineering bliver ved med at være en del af skolernes hverdag på sigt. Her er der forskellige bud. Nogle koordinators peger på økonomi og tid, som de vigtigste faktorer. En koordinator vurderer, at økonomien til projektet vil blive styrket, når man begynder at kunne aflæse projektets udbytte i karaktererne. Andre koordinators peger på ledelsens ansvar for at prioritere projektet, være åbne for forandringer og sikre en mere løs struktur, som engineering kan fungere i. Enkelte koordinators peger også på forvaltningen og siger, at de kan styrke forankringen ved at "holde gryden i kog" og løbende "prikke til skolelederne".

4 Implementeringen af EiS

I dette kapitel præsenteres vores analyser af implementeringen af EiS. Vi beskriver bl.a., hvordan de kommunale koordinators vurderer, at implementeringen er gået, nu hvor kompetenceudviklingsindsatsen er ved at være afsluttet. Vi undersøger også, om der er sket ændringer i, hvordan engineering praktiseres og med hvilken kvalitet. Vi følger op med analyser af, hvilke faktorer der har hhv. fremmet og hæmmet implementeringen.

Hvad viste midtvejs-evalueringen om implementeringen?

Analyserne viste bl.a., 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. I den forbindelse har skoleledelserne en central rolle. Deres opbakning var ikke synlig for lærerne på alle skoler.

Herudover oplevede mange, at ressourcelæreren rollen var uklart defineret. Det giver udfordringer nogle steder, mens det fungerer godt andre steder. Hvor det ikke fungerer godt, oplever ressourcelærerne at stå med et stort ansvar for engineering i dagligdagen, og uden en tydelig ledelsesmæssig opbakning kan det være svært at overbevise kollegaerne om, at engineering er vejen frem.

Vi fandt få men relevante udsving i implementeringskvaliteten på tværs af delprocesser. Flere datakilder bekræftede, at særligt delprocessen *forbedre* udfordrer både lærere og elever.

Undersøgelsesspørgsmål

Konkret baserer kapitlet sig på følgende undersøgelsesspørgsmål:

- Hvordan er implementeringen gået?
- Har lærernes implementering af engineering ændret sig?
- Med hvilken kvalitet implementeres engineering, og hvad har betydning herfor?

Analyserne viser, at der overordnet er stor tilfredshed med implementeringen af EiS blandt de kommunale koordinators. Koordinatorernes rolle, og hvordan den er prioriteret, har dog varieret, bl.a. som følge af varierende efterspørgsel på deltagelse i projektet på tværs af kommunernes skoler.

Herudover synes implementeringen at være under forandring. Engineering er blevet et mere fælles, tværfagligt anliggende, som lærerne i stigende grad er trykke ved.

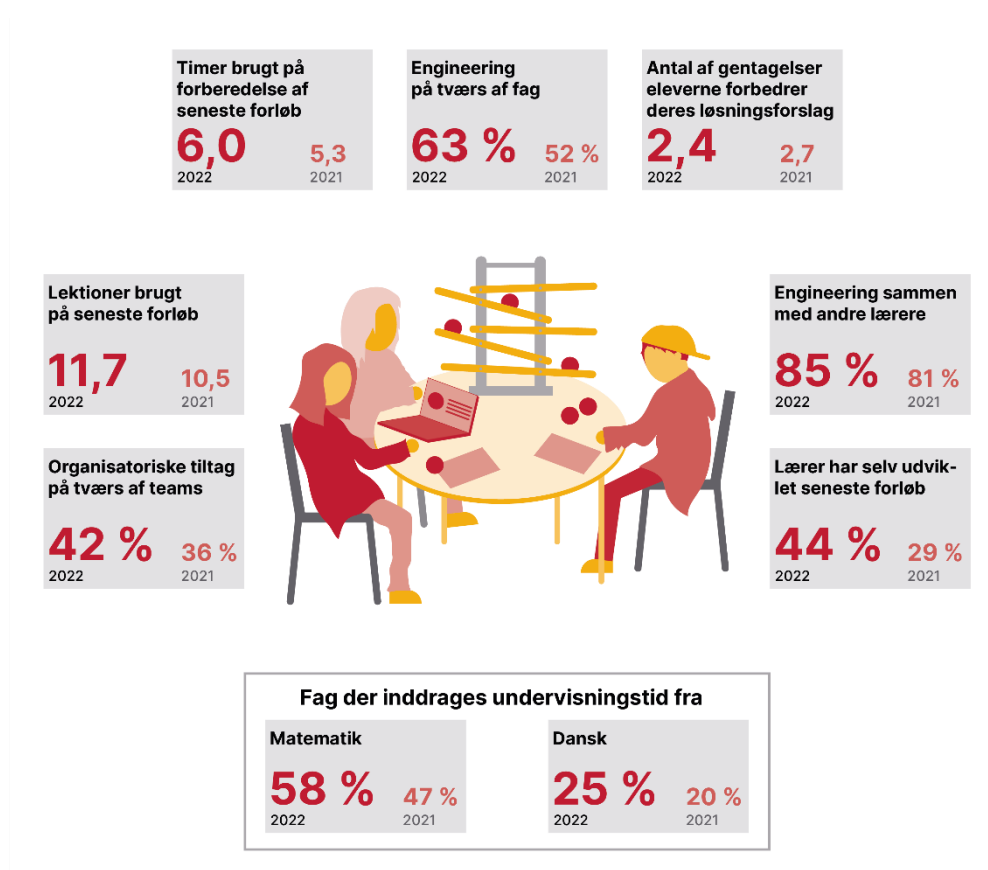
Der er desuden fortsat udsving i implementeringskvaliteten på tværs af delprocesser, om end den generelt synes høj. Implementeringskvaliteten hænger tæt sammen med lærernes

motivation, sammenhængen mellem kompetenceudviklingen og praksis og transferklimaet på skolerne.

4.1 Implementeringen sker i højere grad på tværs og via selvudviklede forløb

Via de årlige spørgeskemaundersøgelser blandt lærere har vi mulighed for at beskrive, hvordan implementeringen af engineering i et kvantitativt perspektiv ser ud, samt om og hvordan den har udviklet sig. Analyserne viser, at måden, hvorpå engineering implementeres, ser ud til at have forandret sig siden midtvejsevalueringen. Nu implementeres engineering eksempelvis i højere grad med et tværfagligt sigte og via selvudviklede forløb. Vi uddyber udviklingen nedenfor.

Figur 4.1 Udviklingen i lærernes implementering af engineering



Kilde: VIVE.

Andelen af lærere, der har lavet engineering på tværs af fag er steget fra 52 % i 2021 til 63 % i 2022. Tilsvarende er andelen af lærere, der har lavet engineering sammen med andre lærere, steget fra 81 til 85 %. At lave engineering synes altså i stigende grad at være blevet et fælles anliggende. Det manifesterer sig bl.a. i, hvilke fag der inddrages undervisningstid fra. For eksempel inddrog 47 % af lærerne undervisningstid fra matematik ved midtvejsevalueringen. Ved slutevalueringen gælder det 58 %. Og andelen, der inddrager tid fra dansk, er steget fra 20 til 25 %.

Udviklingen står i kontrast til, at vi i afsnit 2.1.1 og 2.1.2 konkluderer, at lærerne på netop det tværfaglige område *ikke* har udviklet hverken deres kompetencer eller øvrige praksis. Udviklingen synes altså at ske på trods og uden endnu at have spredt sig til lærernes praksis uden for engineering-forløbene.

Den mest åbenlyse forklaring på udviklingen er, at flere lærere har modtaget kompetenceudvikling. Det har styrket lærernes muligheder for at lave samarbejder. Data antyder dog også, at der kan findes medvirkende forklaringer i organiseringen af samarbejder ude på skolerne. I hvert fald er andelen af lærere, der svarer, at der på skolen er iværksat organisatoriske tiltag, der skal understøtte samarbejde om engineering-metoden på tværs af fagteams, steget fra 36 til 42 %.

En sidste potentiel forklaring er, at kompetenceudviklingsindsatsen i flere kommuner løbende er udvidet til også at omfatte lærere fra andre fagområder end naturfag. Mulighederne for tværfaglige samarbejder er dermed styrket. Det kan være det, der nu påvirker implementeringen.²⁰

Et andet tegn på, at implementeringen af engineering har været under forandring, er, at lærerne i stigende grad anvender engineering-forløb, som de selv har udviklet. Ved midtvejsevalueringen var lærernes senest gennemførte engineering-forløb i 29 % af tilfældene et, som de selv havde udviklet. Ved slutevalueringen var denne andel steget til 44 %. Det indikerer, at lærerne i stigende grad tager engineering til sig og bliver trygge ved metoden.

Der ser også ud til at være sket en lille ændring i de gennemførte engineering-forløbs varighed. Det gennemsnitlige antal lektioner brugt på lærernes seneste engineering-forløb er steget fra 10,5 til 11,7. Tilsvarende er det gennemsnitlige antal timer brugt på at forberede lærernes seneste engineering-forløb steget fra 5,3 til 6,0 timer. Det er små ændringer, og forløbenes længde siger ikke

²⁰ Af spørgeskemadata kan vi dokumentere, at andelen af lærere i projektet, der ikke underviser i et naturfag, har været stigende. Stigningen er dog umiddelbar beskedent. Ved midtvejsevalueringen gjaldt det 18 % af lærerne, mens det ved slutevalueringen gælder 20 %. Det kan dog ikke udelukkes, at svarprocenten har været højest blandt lærerne, der underviser i naturfag, fordi projektet og evalueringen primært har været målrettet denne gruppe.

noget om deres kvalitet. Men at der bruges mere tid, signalerer, at lærerne gerne vil lave engineering og prioriterer tiden til det.²¹

Slutteligt er antallet af gentagelser, som en gruppe elever typisk kommer igennem i deres trinvis forbedring af deres løsningsforslag, nogenlunde stabilt. Konkret er der fra 2021 til 2022 sket et beskedent fald fra gennemsnitlig 2,7 til 2,4 gentagelser.

4.2 Der er fortsat indikationer på 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 2). 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.

²¹ Lærerne, der har modtaget kompetenceudvikling i engineering, underviser desuden fortsat primært i udskolingen og på mellemtrinnet. Derfor er det helt naturligt også på de trin, der er lavet mest engineering. Det har været billedet ved hver dataindsamling og er uændret her ved slutevalueringen.

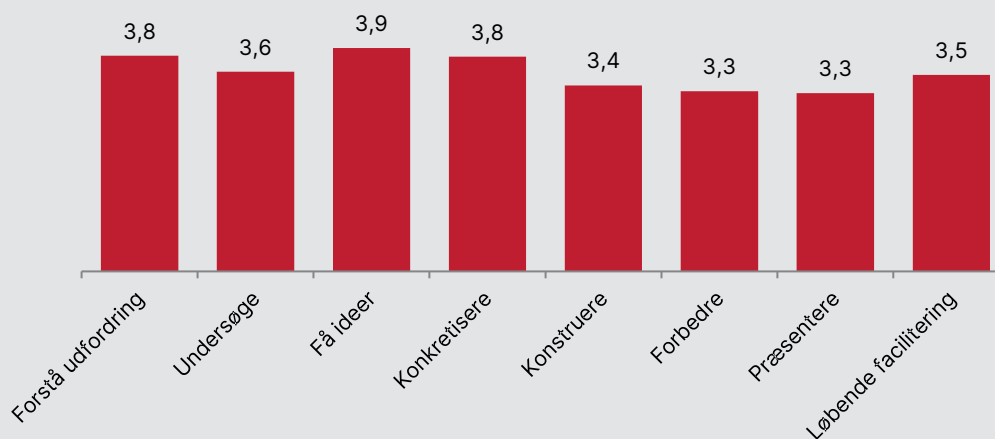
Boks 4.1 Måling af implementeringskvalitet

- Udsagnene er formuleret med udgangspunkt i en systematisk gennemgang af beskrivelsen af engineering (Auener m.fl., 2018). Didaktikken er dog blevet opdateret undervejs i projektet. Derfor lavede vi i samarbejde med Engineer the Future en række tilpasninger af redskabet til måling af implementeringskvalitet, så de anvendte udsagn i højere grad matchede didaktikken.
- Derfor er det ikke for alle delprocesserne muligt at undersøge udviklingen i implementeringskvaliteten ved at sammenligne slutmålingen med de foregående målinger. Spørgsmålene til måling af delprocessen 'Forstå udfordringen' er dog uændrede. Og ændringerne i spørgsmålene til måling af 'Undersøge' og 'Forbedre' er så små, at sammenligninger med tidligere målinger godt kan laves med forsigtighed. Hvad disse to delprocesser gælder, er eneste ændring til spørgsmålsformuleringen, at der i ét af tre underliggende spørgsmål er tilføjet en uddybende parentes.

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.

Figur 4.2 viser den gennemsnitlige implementeringskvalitet på tværs af delprocesser og i lærernes løbende facilitering. På trods af justeringer til måleredskabet, bekræfter slutmålingen resultaterne præsenteret i midtvejsevalueringen. Den gennemsnitlige kvalitet ligger generelt i den høje ende af skalaen, men der er en tendens til, at implementeringskvaliteten er højest i implementeringen af de første engineering-delprocesser, hvorefter den falder. Gennemsnitsværdierne indikerer, at kvaliteten er højest i delprocessen 'Få idéer'.

Figur 4.2 Gennemsnitlig implementeringskvalitet



Anm.: N = 171. Lærere, der endnu ikke har modtaget kompetenceudvikling, er sorteret fra. Kun lærere, der har anvendt engineering-metoden i dette eller det seneste skoleår, har fået stillet spørgsmålene.

Sammenligninger med midtvejsmålingen indikerer, at der ikke er sket nævneværdige udviklinger i kvaliteten af implementeringen af de tre delprocesser, hvor ændringen til operationaliseringen tillader sammenligner; udviklingen i gennemsnittene er i alle tre tilfælde på maksimalt 0,1 og går både i positiv og negativ retning.

Kilde: VIVEs spørgeskemaundersøgelse blandt lærere 2022.

Forskellene i gennemsnitsværdierne kan synes små, men er substantielt betragtelige. Det kan eksempelvis illustreres via beregninger af andelen af lærere, der inden for hver delproces gennemsnitligt svarer 4 eller derover. Grænsen ved 4 er valgt, fordi et gennemsnit på 4 indikerer, at man gennemsnitligt er "enig" i de udsagn om implementeringen, der inden for hver delproces er valgt som indikatorer for høj kvalitet.²²

Gøres dette, skiller delprocesserne 'Forstå udfordringen', 'Få idéer' og 'Konkretisere' sig ud fra de øvrige. Over 50 % af lærerne har i alle tre tilfælde et gennemsnit på over 4. For 'Undersøge' gælder det 30 %. Til sammenligning har mellem 19 og 21 % et gennemsnit på over 4 på delprocesserne 'Konstruere', 'Forbedre' og 'Præsentere'.

Midtvejsevalueringen pegede på, at lærerne særligt oplevede sig udfordrede på delprocessen *forbedring*. Resultaterne ovenfor antyder, at det stadig er tilfældet.

²² En gennemsnitlig værdi på 4 behøver dog ikke nødvendigvis betyde høj implementeringskvalitet. En anden tærskel ville også kunne vælges. Brugen af en tærskelværdi har alene som formål at illustrere og håndgribeligøre forskellene i implementeringskvalitet på tværs af delprocesser.

4.3 Den bedste implementering laves af motiverede lærere, der oplever sammenhæng med praksis og godt transferklima

I midtvejsevalueringen fandt vi, at lærernes motivation for at lære og arbejde med engineering generelt er stor. Gode fysiske rammer og materialer og opbakning fra ledelsen blev under interviews fremhævet som motivationsfremmende. Særligt ledelsens opbakning blev oplevet som en faktor af stor betydning for fastholdelsen af lærernes motivation. Motivationen er bl.a. vigtig, fordi den forventes at have en betydning for, om og med hvilken kvalitet implementeringen sker.

Vi har i slutevalueringen fulgt op på pointerne fra midtvejsevalueringen med kvantitative analyser af sammenhængen mellem bl.a. lærernes motivation og implementeringskvaliteten. Ved hver måling har vi konkret målt på tre faktorer, som ifølge transferforskningen har betydning for, i hvilken grad lærerne anvender det, de har lært i kompetenceudviklingen, i deres daglige praksis (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, eller det som vi kalder 'transferklima'.²³ Hvordan de tre faktorer er målt fremgår af Bilag 3.

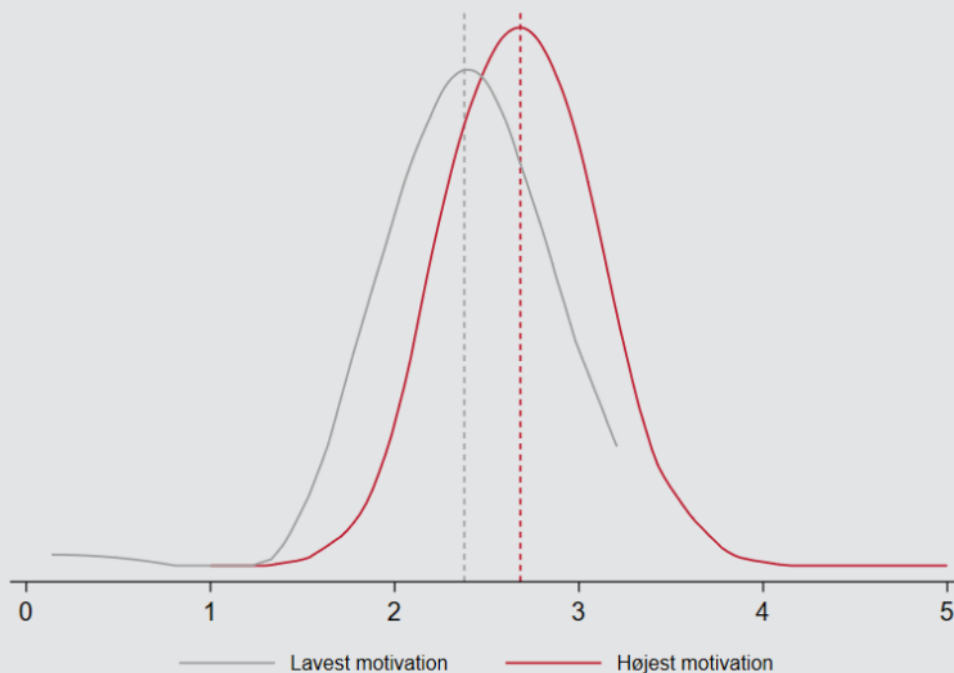
Sammenhængsanalyserne bekræfter, at alle tre faktorer har en positiv sammenhæng med lærernes implementeringskvalitet. Jo mere motiverede lærerne er for at anvende engineering og jo bedre transferklima og sammenhæng mellem kompetenceudvikling og praksis, lærerne oplever, desto højere kvalitet.

Sammenhængene er ganske stærke og deres omfang kan eksempelvis illustreres ved at dele lærerne op i to omtrent lige store grupper. Figur 4.3 illustrerer forskellen i implementeringskvalitet, når lærerne opdeles ud fra deres motivation.²⁴

²³ Der er ingen væsentlige udviklinger i lærernes svar på de undersøgte faktorer fra midtvejsevalueringen til slutevalueringen. De fleste lærere er motiverede og oplever god sammenhæng mellem kompetenceudviklingen og deres praksis. Men det ser stadig ud til, at transferklimaet potentielt kan styrkes på mange skoler. Se midtvejsevalueringen for uddybninger.

²⁴ Tilsvarende illustrationer af forskellen i implementeringskvalitet, når lærerne opdeles på de to andre undersøgte faktorer, findes i Bilagsfigur 1.1 og Bilagsfigur 1.2.

Figur 4.3 Implementeringskvaliteten blandt lærere med hhv. lavest og højest motivation



Anm.: N = 171 (lavest motivation n = 59 og højest motivation n = 112). Kun lærere, der har modtaget kompetenceudvikling, indgår.

Kilde: VIVEs spørgeskemaundersøgelse blandt lærere 2022.

For motivationsfaktoren gælder, at implementeringskvaliteten gennemsnitligt er 0,30 bedre på skalaen fra 1-5 blandt lærerne, der tilhører den mest motiverede gruppe. Det svarer til hele 0,70 standardafvigelser, som er en meget stor forskel. For sammenhængsfaktoren gælder, at gruppen, der oplever bedst sammenhæng mellem kompetenceudviklingen og praksis gennemsnitligt har en implementeringskvalitet, der er 0,27 bedre end de øvrige lærere. Tilsvarende er den gennemsnitlige forskel 0,21 for de to transferklimate-grupper.

Resultaterne er måske ikke overraskende, men de understreger vigtigheden af motivationsfremmende aktiviteter, gode organisatoriske strukturer på skolerne og en kvalificeret og veltilrettelagt kompetenceudvikling. De kommunale koordinatore understreger pointerne. De har fokuseret meget på at fastholde lærernes motivation i projektet. Men særligt lederne understreger vigtigheden fremhæves konsekvent under interview. Det er lederne, der skal gå forrest og via synlighed og opbakning sikre fremdrift og vedholdenhed i implementeringen, fx ved at

sikre gunstige strukturer. Det kan være ved i højere grad at skabe plads til projektarbejde i skemaerne, som koordinatorene fremhæver flere eksempler på. Det kan også være ved generelt at sikre et godt transferklima.

Supplerende analyser af den interne sammenhæng mellem de tre transferfaktorer viser, at korrelationen mellem dem er ganske stærke. Så der, hvor lærerne oplever god sammenhæng mellem kompetenceudviklingen og praksis, samtidig med at de oplever et positivt transferklima, som bl.a. involverer klare forventninger fra ledelsen, er lærerne også mest motiverede. Det øger kun relevansen af de kvalitative pointer fremhævet i midtvejsevalueringen.

4.4 Koordinatorerne oplever et vellykket projekt, men deres rolle har varieret

På tværs af kommunerne vurderer koordinatorene, at implementeringen af EiS er gået godt, og der er generelt stor tilfredshed med projektet, selvom der er betydelig variation i, hvordan projektet og særligt koordinatorenes rolle har udviklet sig.

Frivillighed og kommunestørrelse har haft betydning for koordinatorene

I alle tilfælde har det således været frivilligt for skolerne, om de ønskede at deltage i projektet. Men der er stor forskel på, hvor store andele af kommunernes skoler, der har tilmeldt sig. I nogle kommuner har alle skoler fra start meldt sig på banen. Det har betydet, at koordinatorene har kunnet fokusere på at få løbet projektet godt i gang ved at fungere som bindeled mellem lærere, ledere, Engineer the Future (herefter EtF) og professionshøjskolerne. De har fx understøttet implementeringen via praktiske opgaver som lokalebookinger og bestilling af materialer, men også via sparring med ressourcelærere og tilpasning af kompetenceudviklingsmodellen i samarbejde med professionshøjskolen, de har været tilknyttet. I andre kommuner har under halvdelen af skolerne vist interesse for projektet. Her har koordinatoren brugt ekstra tid på rekruttering af skolerne ved at påtage sig, hvad der kan opleves som en art "sælgerrolle". Det har taget energi og tid væk fra de øvrige opgaver, der ligger i koordinatorrollen.

Ud over at skolernes umiddelbare engagement har varieret, er der også forskel på de deltagende kommuners størrelse. I små kommuner med få skoler har koordinatorene kunnet følge implementeringen tættere – bl.a. gennem øvrig uformel kontakt med ledere og lærere.

Det er forskelligt, i hvilken grad koordinatorrollen har været prioriteret

Videre synes der at være stor forskel på, i hvilken grad kommunerne har prioriteret koordinatorrollen. I nogle kommuner har rollen som koordinator været en helt central del af koordinatorens opgaver. I andre kommuner har der været færre ressourcer knyttet til rollen. Det har helt naturligt defineret grænserne for, i hvilken grad og med hvilken kvalitet koordinatorene har kunnet understøtte projektet.

Nogle koordinatører har også været overraskede over opgavens omfang og brugt mere tid på den, end de havde regnet med. Det gør sig særligt gældende i de kommuner, hvor koordinatoren har måttet bruge meget tid på rekruttering af skoler.

Samarbejdet har generelt været godt, men ledersporet har givet udfordringer

Koordinatorernes generelle tilfredshed med implementeringsprocessen understreges af, at de konsekvent har oplevet et godt samarbejde med EtF. Samarbejdet har haft forskellig karakter, men kan senere i projektet fx have drejet sig om sparring i forhold til at klargøre rollen som ressourcelærer. Denne understøttelse stemmer godt overens med midtvejsevalueringen, som viste behov for at klargøre rollen som ressourcelærer. EtF har altså været responsive, og koordinatorene har taget godt imod, at EtF fulgte op på problematikken og hjalp dem med at løse den. EtF har været synlige, og koordinatorene har kunnet få svar på spørgsmål og sparring, når der var behov.

Koordinatorerne har også generelt haft et godt og tæt samarbejde med professionshøjskolerne, der har leveret deres kompetenceudvikling. Men samarbejdet har været mere omfattende og tidskrævende, end mange koordinatører forventede. Det hænger sammen med, at der i flere kommuner er sket en relativt omfattende tilpasning af grundmodellen for kompetenceudviklingen, så indsatsen i højere grad blev tilpasset den enkelte kommunes behov. Men selvom det har krævet ressourcer, udtrykker koordinatorene stor tilfredshed med muligheden.

Generelt har koordinatorene dog måttet bruge mange ressourcer på at tilpasse ledersporet i kompetenceudviklingsmodellen. Der blev oplevet mangel på progression i sporet fra rul til rul, og koordinatorene efterspørger et mere praksisnært fokus. En koordinator fortæller eksempelvis, at indholdet i oplæggene i ledersporet var det samme fra gang til gang – til trods for, at det var de samme ledere, der deltog.²⁵

²⁵ Projektet oplyser, at indholdet i ledersporet med fordel kunne være bedre afklaret fra start.

5 Konklusion

Med EiS har EtF og VILLUM FONDEN ønsket at styrke naturfagsundervisningen i Danmark gennem udvikling af en dansk engineering-didaktik. Didaktikken er udviklet løbende, og gennem EiS har lærere i seks kommuner modtaget kompetenceudvikling i metoden. Håbet er, at engineering kan blive en fast forankret del af skolernes hverdag, og at en mere problem- og undersøgelsesbaseret tilgang til naturfag kan øge eleveres motivation og interesse for naturfag.

Slutevalueringen af EiS viser samlet set, at EiS som projekt har været en succes. Begejstringen for engineering er generelt stor på både forvaltningslaget og blandt lærerne. De kommunale koordinatører giver udtryk for, at implementeringen overordnet er gået godt, og der ses tegn på, at forankringen af engineering i lærernes praksis er godt i gang, særligt gennem indlejring af engineering i nye projekter.

Herudover – og måske allermest væsentligt – viser evalueringen, at der med EiS er opnået positive resultater hele vejen gennem den forventede forandringskæde. Lærerne oplever sig mere kompetente efter kompetenceudviklingen, og deres brug af engineering ser ud til at have en vis betydning for deres øvrige praksis, som i tiltagende grad præges af kendetegn ved engineering – fx kobler lærerne i højere grad undervisningen til elevernes umiddelbare omverden og stiller flere åbne spørgsmål.

Videre indikerer analyserne af elevdata, at EiS har haft positiv betydning for hver af de seks relevante resultatmål, der er inkluderet i evalueringen. Elevernes interesse for science er fx større på EiS-skolerne end på sammenlignelige skoler, ligesom eleverne på EiS-skoler har en mere positiv oplevelse af undervisningen og en mere positiv holdning til relevansen og vigtigheden af science.

Sidst men ikke mindst viser uddybende analyser, at resultaterne er mest positive på de skoler, hvor engineering implementeres med højest kvalitet. Det er i sig selv væsentligt, men understreger samtidig, at engineering kræver kompetencer, og at aktiviteter og rammer, der kan fremme implementeringskvaliteten, er vigtige at prioritere. Vores analyser bekræfter, at både lærernes motivation, sammenhængen mellem kompetenceudvikling og praksis samt transferklimaet på skolerne har stor betydning for implementeringskvaliteten.

Samlet set peger evalueringen i retning af, at EtF og VILLUM FONDEN med EiS er lykkedes med at opnå de positive forandringer hos lærere og elever, som var målet med projektet. Det vil være relevant senere at følge op på de meget positive umiddelbare resultater med undersøgelser af, om EiS også har betydning for elevernes videre uddannelsesforløb.



DEL 2

Dokumentation

6 Data og metode

Slutevalueringen af Engineering i Skolen baserer sig på både kvantitative og kvalitative data. De kvantitative data består af spørgeskemaundersøgelser gennemført i både 2020, 2021 og 2022 med deltagende lærere og alle elever på 6. og 9. klassetrin på EiS-skoler, dog eksklusive elever i specialtilbud. De kvalitative data bygger på interview af de kommunale koordinatore i hver af de seks deltagende kommuner.

Nedenfor beskriver vi datagrundlaget, og hvordan vi har behandlet det, i flere detaljer.

6.1 Interview med kommunale koordinatore

Vi har gennemført videointerview med de kommunale koordinatore i alle seks kommuner. I en enkelt kommune sad en ressource lærer, der har fået en særligt central rolle i kommunen, dog også med. Det skyldtes, at koordinatorrollen kort tid forinden var blevet overdraget til en ny person pga. en opsigelse. Derfor havde den aktuelle koordinator begrænset indsigt i projektets historie i kommunen.

Interviewene var af omtrent én times varighed og blev gennemført med udgangspunkt i en semistruktureret interviewguide. Interviewene fokuserede på temaerne i boks 6.1.

Boks 6.1 Temaer i interview med kommunale koordinatore

Interviewene tog udgangspunkt i følgende temaer:

- Kommunens strategiske overvejelser og indgang til EiS
- Vurderinger af samarbejdsfladerne i EiS
- Vurderer af implementeringen af EiS
- Vurderinger af og planer for forankringen af EiS.

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.

6.2 Vedrørende læreranalyserne

Analyserne af resultater på lærerniveau baserer sig på data fra spørgeskemaundersøgelser med lærere, der enten allerede har modtaget kompetenceudvikling i engineeringmetoden eller forventes at skulle det inden projektets afslutning. Spørgeskemaets temaer fremgår af boks 6.2.

Boks 6.2 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.

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 koordinatore eller ved direkte kontakt med skolerne.

Rykkerprocedurer og endelige svarprocenter

Grundet lave svarprocenter forlængede vi hvert år 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 ledelsesrepræsentant). Alle statusmails til skoleledere og kontaktpersoner med status på svarprocenter er desuden sendt til de kommunale koordinatore 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 Tabel 6.1 fremgår de endelige svarprocenter opdelt på de seks kommuner.

Tabel 6.1 Antal svar og svarprocenter fordelt på kommuner

| | Ishøj | Jammerbugt | Ringkøbing-Skjern | Skanderborg | Svendborg | Vejen | Samlet |
|------|-----------|------------|-------------------|-------------|-----------|-----------|-------------------|
| 2020 | 67 % (28) | 67 % (38) | 82 % (14) | 60 % (12) | 68 % (43) | - | 68 % (135) |
| 2021 | 55 % (31) | 73 % (54) | 74 % (20) | 51% (19) | 72 % (47) | 93 % (14) | 68 % (185) |
| 2022 | 55% (36) | 79% (57) | 68% (30) | 50% (31) | 64 % (47) | 64 % (9) | 64 % (210) |

Kilde: VIVE.

Analyserne af udviklinger hos lærerne er lavet via lineær regression og dobbeltsidede t-test. Kun forskelle og udviklinger, der er statistisk sikkert bestemt på mindst 10-procents-signifikansniveau, omtales som udviklinger.

Repræsentativitet

Da vi ikke har data til rådighed om lærerne, der *ikke* har deltaget i spørgeskemaundersøgelsen, er det ikke muligt at lave egentlige frafaldsanalyser. Hovedanalyserne af lærerdata er dog lavet på en begrænset gruppe på 63 lærere, som *både* har gennemført en førmåling og en eftermåling. Vi har sammenholdt disse lærere med de lærere, der kun har gennemført *enten* en førmåling eller en eftermåling for på den måde få en indikation på, om de 63 lærere er repræsentative for den større gruppe af lærere, der har deltaget i EiS.

Konkret har vi sammenlignet de 63 lærere med de øvrige lærere på de to hovedresultatmål nemlig kompetencer og øvrig praksis. Forskellene mellem gruppernes gennemsnit er små og i alle tilfælde statistisk insignifikante. Det indikerer således, at de 63 lærere, der indgår i hovedanalyserne, er repræsentative for den større gruppe af lærere, der har deltaget i EiS. Resultaterne fremgår af Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Sammenligning af lærergrupper

| | Gennemsnit | | | Forskelle i gennemsnit | |
|------------------------------|--|---------------------------------------|---|------------------------|-------------------|
| | Grp. 1: Lærere med både før- og eftermåling | Grp. 2: Lærere kun med før- måling | Grp. 3: Lærere kun med efter- måling | Grp. 1. vs. grp. 2 | Grp. 1 vs. grp. 2 |
| Kompetencer v. førmåling | 3,29 | 3,21 | - | -0,07 | - |
| Kompetencer v. eftermåling | 3,63 | - | 3,61 | - | -0,01 |
| Øvrig praksis v. førmåling | 3,17 | 3,21 | - | -0,04 | - |
| Øvrig praksis v. eftermåling | 3,35 | - | 3,41 | - | 0,06 |
| N | 63 | 32 | 134 | - | - |

Anm.: Alle tal er afrundet til to decimaler.

Kilde: VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd.

6.3 Vedrørende elevanalyserne

I disse analyser bruger vi data fra EiS elev-surveyene fra baselinemålingen i 2020 og slutmålingen i 2022. Survey-data kobles med data fra SCOPE-projektet, data fra Børne- og Undervisningsministeriets datavarehus og registerdata fra Danmarks Statistik.

6.3.1 Population

Elevanalyserne er baseret først og fremmest på data fra spørgeskemaundersøgelser gennemført i efteråret 2020 og 2022 blandt elever på skoler, som har implementeret EiS. EiS-data kombineres med data fra SCOPE-surveyen fra 2022. SCOPE er nyttig i vores sammenhæng, fordi dele af SCOPE- og EiS-spørgsmålene overlapper, men SCOPE er gennemført på skoler, som ikke har implementeret EiS, og er derfor anvendelig som sammenligningsgruppe i elev-evalueringen.

Tabel 6.3 illustrerer, hvor de forskellige dele af grundpopulationen kommer fra. I alt deltog 2.000 elever på 37 skoler i EiS-undersøgelsen i 2020. I 2022 deltog 2.300 elever på 47 skoler, fordi flere skoler var kommet med i projektet efter baselinemålingen. I SCOPE-surveyen deltog 5.500 elever på 6. og 9. klassetrin. De fordeler sig på 112 skoler.

Tabel 6.3 Grundpopulation

| 2020 | 2022 |
|---|---|
| EiS-elev-survey 2.000 elever 37 skoler | EiS-elev-survey 2.500 elever 47 skoler |
| | SCOPE-elev-survey (6./9. klasse) 5.500 elever 112 skoler |

Kilde: VIVE

I analysesamplet indgår folkeskoleelever på 6. og 9. klassetrin. EiS-surveyen er sendt ud til alle elever på 6. og 9. klassetrin på de skoler, som er med i EiS-projektet. Engineeringmetoden blev implementeret på alle klassetrin. Valget af 6. og 9. klassetrin for elev-surveyen hænger derfor udelukkende sammen med valget af VIVEs evalueringsdesign, hvor der gennemføres matching-analyser med brug af data fra forskningsprojektet SCOPE. I SCOPE gennemførtes i efteråret 2022 en landsdækkende og repræsentativ dataindsamling blandt elever i netop 6. og 9. klasse, hvilket vil gøre det muligt at matche data fra SCOPE med data fra skoler i EiS.²⁶

I analyserne af de fem resultatmål vedrørende *science capital* indgår 5.900 elevsvar fra EiS 2022 og SCOPE-surveyene (gennemføres med matching-metoden). Analysen vedrørende engineeringkompetencer er baseret på 3.800 elevsvar fra de to EiS surveys i 2020 og 2022 (gennemføres med difference-in-differences metoden).

Svarprocenterne i de to EiS-elev-surveys fremgår af Tabel 6.4.

²⁶ Fra SCOPE-dataindsamlingen inkluderes alene elever, der går i folkeskolens almenklasser til sammenligningsgruppen, fordi det er i disse typer af skoler og klasser, hvor EiS-surveyen blev gennemført. Vi undlader endvidere at medtage en enkel skole i SCOPE-dataindsamlingen, fordi den ligger i en kommune, som deltager i EiS.

Tabel 6.4 Antal svar og svarprocenter fordelt på kommuner og SCOPE

| | Ishøj | Jammerbugt | Ringkøbing-Skjern | Skanderborg | Svendborg | Vejen | Samlet | SCOPE, 6. kl. | SCOPE, 9. kl. |
|------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|---------------|---------------|
| 2020 | 71% (266) | 76% (512) | 65% (307) | 42% (272) | 63% (614) | - | 63% (1.971) | - | - |
| 2022 | 79% (315) | 74% (489) | 80% (288) | 28% (265) | 72% (595) | 81% (385) | 64% (2.337) | 65% (3062) | 58% (2551) |

Kilde: VIVE.

6.3.2 Resultatmål

Formålet med spørgeskemaundersøgelsen til elever på 6. og 9. klassetrin på alle skoler, der deltager i EiS, er at belyse de påvirkninger, som EiS har på elevernes læring og motivation for STEM. Med henblik på at kunne undersøge, om EiS har betydning for elevernes udbytte har vi i spørgeskemaundersøgelsen fx spurgt eleverne, om de kan lide at læse eller lære noget om natur, teknologi eller sundhed, og hvorvidt eleven føler sig god nok til at vælge at arbejde videre i en naturfaglig retning efter grundskolen.

Vi benytter valide mål og måleredskaber, som til dels er hentet fra SCICAP-måleredskab, som er nyudviklet og valideret som led i SCOPE-undersøgelsen (jf. Keilow m.fl. 2023), og et mål vedrørende engineering-kompetencer, som er særligt udviklet til EiS-evalueringen. Tabel 6.5 giver en oversigt over de resultatmål, som vi beskriver i dette afsnit.

Tabel 6.5 Temaer i spørgeskemaundersøgelser blandt elever

| Overordnede temaer | EiS-survey | SCOPE-survey | Antal spørgsmål |
|---|------------|--------------|-----------------|
| <p>Interesse inden for science</p> <p>Elevens interesse for samt aspirationer mht. fremtidige jobs inden for science. Spørgsmålene her handler fx om, om eleven kan lide at læse eller lære noget om natur, teknologi eller sundhed. Der spørges også til, om eleven kunne tænke sig et arbejde inden for dette område – som forsker eller i en mere praktisk stilling.</p> | X | X | 5 |
| <p>Selvvurderede færdigheder inden for science</p> <p>Elevens oplevelse af egne faglige evner inden for naturfagene i skolen og elevens tillid til egen viden, evner og potentiale for at blive endnu bedre inden for dette fagområde. Spørgsmålene omhandler fx elevens grad af deltagelse i naturfagene, og hvorvidt eleven føler sig god nok til at vælge at arbejde videre i en naturfaglig retning efter grundskolen</p> | X | X | 6 |
| <p>Almen dannelse inden for science</p> <p>Elevens såkaldte science-dannelse. Med science-dannelse menes her elevens holdning til og viden om nogle af grundprincipperne inden for naturvidenskabernes metoder. Spørgsmålene afdækker fx, om eleven er enig eller uenig i, at man kan bruge forsøg eller eksperimenter til at finde ud af, om noget er rigtigt, og om nye opdagelser kan ændre videnskabsfolks opfattelse af, hvad der er rigtigt.</p> | X | X | 3 |
| <p>Holdninger til science</p> <p>Elevens vurdering af relevansen og vigtigheden af jobs inden for science. For eksempel spørges der til, i hvilken grad eleven mener, at et job inden for natur, teknologi og sundhed giver mulighed for at finde på nye ting eller at hjælpe andre, og i hvilken grad sådanne jobs er vigtige for samfundet.</p> | X | X | 3 |
| <p>Skolens rolle inden for science</p> <p>Elevens oplevelse af hhv. undervisningen og støtten fra sine lærere i forbindelse med naturfagene. Spørgsmålene handler fx om, hvorvidt eleven oplever, at han eller hun kan bruge det, vedkommende lærer i naturfagene til at forstå forskellige problemer i samfundet. Der spørges også til, om eleven oplever, at hans eller hendes lærere viser, hvordan man kan blive endnu bedre i naturfagene.</p> | X | X | 3 |
| <p>Engineering-kompetencer</p> <p>Eleven kan bruge sine naturfaglige kompetencer til at løse udfordringer, deltage konstruktivt i designprocesser, indgå konstruktivt i samarbejde med andre og kan tage ansvar for sit arbejde.</p> | X | | 29 |
| <p>Baggrundsinformationer såsom kommune, skole, klasse, trin, køn*</p> | X | X | |

Note: *Køn haves ikke i SCOPE-survey (tilknyttes fra registrene).

Kilde: VIVE.

De første fem temaer er udviklet i forbindelse med med SCOPE-projektet. SCOPE måler børn og unges science-kapital – dvs. børn og unges interesse for og viden om science – for at tilvejebringe ny viden om, hvilke forhold i samfundet, som påvirker børn og unges interesse for science.²⁷ Til dette formål har projektet udviklet et nyt måleinstrument designet til at måle science-kapital kaldet SCICAP. SCICAP-måleredskab er udviklet for bl.a. at tilvejebringe data til evalueringer af STEM-indsatser, som for eksempel EiS, ved bredt at måle elevernes *Science-kapital og -dannelse*.

SCICAP-måleredskabet består af 11 underskalaer, der til sammen fanger en persons science-kapital. Redskabet, som er inspireret af lignende måleredskaber i andre lande (se fx Archer m.fl., 2013), består af 44 spørgsmål stillet i et spørgeskema. For at måle betydningen af EiS bruger vi fem underskalaer af SCICAP. Hver af de fem underdimensioner af science-kapital måles gennem en separat underskala. De forskellige underskalaer i SCICAP-måleredskabet præsenteres kort i Tabel 6.5. En længere og mere grundig beskrivelse af dimensionerne kan findes i Keilow m.fl. (2023).

Så vidt vi ved, er elevers engineering-kompetencer ikke tidligere målt via en spørgeskemaundersøgelse. I vores operationaliseringsarbejde har vi derfor lænet os op ad Naturfagenes evaluering- og udviklingscenters (NEUC) forarbejde i forbindelse med deres evaluering af den første del af EiS. I forbindelse med denne udviklede NEUC en rubrik, som sætter en række delmål for eleverne og samtidig beskriver tegn på, hvordan målopfyldelse ser ud (Sølberg m.fl., 2019). Med udgangspunkt i NEUC's i alt fire delmål for engineering-kompetence og deres tilhørende tegn formulerede vi tilsvarende udsagn, som eleverne skulle forholde sig til i spørgeskemaet. De fire delmål er følgende:

- Eleven kan bruge sine naturfaglige kompetencer til at løse udfordringer
- Eleven kan deltage konstruktivt i designprocesser
- Eleven kan indgå konstruktivt i samarbejde med andre
- Eleven kan tage ansvar for sit arbejde.

Hvert delmål er målt via 6-10 udsagn. I det samlede mål for engineering-kompetencer, som dækker alle fire delmål, fylder hvert delmål lige meget på trods af, at nogle er målt via flere udsagn end andre. Som introduktion til hvert udsagn spørges, "Hvor enig eller uenig er du i følgende sætninger?" Et eksempel

²⁷ SCOPE er et nationalt forskningsprojekt igangsat og finansieret af Villum Fonden og Novo Nordisk Fonden. SCOPE skal undersøge udviklingen i science-kapital blandt børn og unge. De kvantitative spørgeskemaundersøgelser følger børn og unge i grundskolen (3., 6. og 9. klasse), på gymnasiet (2.g) og på EUD (grundforløb 2).

på et udsagn er, "Jeg synes, jeg er god til at finde ud af, hvordan jeg løser opgaver i natur/teknologi, selvom det er en ny slags opgave."

Alle seks resultatmål på elevniveau er lavet som samlede mål (indeks), der hver især er målt på en skala fra 1 til 5. Hvert resultatmål har således en gennemsnitsværdi, som er beregnet på tværs af svarene på flere underliggende spørgsmål. 1 er den mest negative værdi, og 5 er den mest positive værdi.

6.3.3 Kontrolvariable

Vores metodiske tilgang bygger i høj grad på, at vi er i stand til at finde sammenligningsskoler, som ligner indsatskolerne. Vi anvender derfor et bredt udvalg af kontrolvariable, som tidligere undersøgelser har vist, er centrale for elevers resultater. Disse kontrolvariable skal sikre os, at vi kontrollerer for så mange forhold som muligt, der kan påvirke, både om eleven går på en skole, der er med i EiS-indsatsen, og det givne resultatmål.

Vi har for det første de "sædvanlige" kontrolvariable, som karakteriserer eleverne og deres baggrunde i form af køn, alder, etnicitet samt forældres uddannelse, indkomst, tilknytning til arbejdsmarkedet. Enkelte kontrolvariable (køn og klassetrin) foreligger på individniveau for både indsats- og sammenligningsgruppen og matching analyserne køres derfor på elevniveau. For de øvrige baggrundsoplysninger må vi dog benytte mål, som er aggregeret op til klassetrinsniveau, fordi EiS-data ikke indeholder elevernes cpr-numre (derfor kan vi ikke koble til registerdata på elevniveau).²⁸ For at være konsistent benytter vi aggregerede variable for både EiS og SCOPE data. For forældre har vi inkluderet andelen af fædre og mødre uden videregående uddannelse. Vi ser også på, om forældrene er på overførselsindkomst, og kontrollerer ydermere for andelen af forældre med lav indkomst (de nederste 25 %). Vi kontrollerer endvidere andelen af indvandrelever samt andel elever med sen indskoling, eller som er gået en klasse om. Til sidst inkluderer vi også information om elevens køn og klassetrin. Disse to informationer har vi fra surveyene og vi medtager dem således som individspecifik data.²⁹

²⁸ At vi må inkludere nogle baggrundskarakteristika på klassetrinsniveau kan betyde, at den statistiske usikkerhed i estimerne bliver større, således at estimerne kan blive insignifikante. Det viser sig dog ikke at være tilfældet. Det kan også betyde, at hvis der er systematiske forskelle i, hvem der vælger ikke at besvare EiS og SCOPE-surveyene, på en måde der påvirker resultatmålene, vil det kunne give bias i estimerne. Vi har dog ikke umiddelbart en formodning om, at det i større grad er tilfældet.

²⁹ Oplysning om køn for SCOPE-data kommer dog fra registrene.

Ovenstående indikatorer for elevsammensætningen er tænkt som kontrolvariable og måles for året 2021, dvs. året før slutevalueringen.³⁰ Vi udfordrer dette syn i et robusthedstjek i afsnit 6.3.5, hvor vi dog finder lignende resultater.

For det andet inkluderer vi en række oplysninger om elevernes skole, som indikatorer for forholdene på skolen og skolekvalitet. Skolevariablene måles som 3-års-gennemsnit forud for indsatsens begyndelse (2017-19), fordi de tænkes som indikatorer for skolekvalitet.

Vi inkluderer følgende variable på skoleniveau:

- Elevantal
- Klassekvotient
- Karaktergennemsnit ved afgangseksamen i 9. klasse
- Andel elever der går videre til ungdomsuddannelser
- Andel elever med høj trivsel
- Gennemsnitlig fravær
- Andel lærere med undervisningskompetence.

Disse data kommer fra Undervisningsministeriets datavarehus.

Implementeringskvalitet

For at se på, om der er forskel på EiS' betydning på skoler, hvor indsatsen er vel eller mindre velimplementeret, benyttes information om implementeringskvalitet. Den information er baseret på svar fra spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere på EiS-skoler (jf. også afsnit 6.2). Vi inddeler skolerne efter implementeringskvaliteten, hvor de skoler, som ligger i den nedre halvdel, betegnes som skoler med lav implementeringskvalitet, og de øvrige som skoler med høj implementeringskvalitet.

6.3.4 Metode

I rapporten forsøger vi at beregne betydningen af EiS for eleverne. I praksis er det svært at måle betydningen af EiS, da det typisk ikke er tilfældigt, hvilke skoler der deltager i EiS-indsatsen, og hvilke der ikke gør. I statistiske termer kaldes

³⁰ Oplysninger for elevernes skole og klassetrin for 2022 var endnu ikke til rådighed i perioden, hvor analyserne er lavet.

ovenstående forhold for selektion. For at beregne betydningen af EiS har vi derfor brug for statistiske metoder, der kan sammenligne elever på EiS-skoler med elever på andre skoler, men som ligner EiS-deltagerne så meget som muligt. Dette kaldes en *treatment effect* (se Boks 6.3). Som beskrevet ovenfor er udfordringen, at det ikke er helt tilfældigt, hvilke skoler der har deltaget i EiS. Vi skal derfor bruge metoder, der kan tage højde for, at elevgrupperne på tværs af skoler med og uden EiS er forskellige og derfor også kan være forskellige i forhold til de resultatmål, som vi måler betydningen af EiS på.

Vi gør brug af to typer af kontrolgruppe-designs for at tilnærme os betydningen af EiS. Vi anvender for det første et *matching-design*, hvor vi trækker på en beslægtet dataindsamling på skoler (SCOPE³¹), men som ikke har implementeret EiS. Her sammenligner vi elever på skoler med EiS med elever på skoler, der ikke har deltaget i EiS, men som ligner dem med hensyn til en række forældre-, elev- og skolekarakteristika. Dermed sikrer vi os, at elever ligner hinanden, har lignende forældrebaggrund og går på skoler, der også er sammenlignelige.

SCOPE-surveyen indeholder dog ikke oplysninger om det sidste resultatmål – engineeringkompetencer. Her anvender vi derfor et *difference-in-differences design med skole-fixed effekter*, hvor vi sammenligner udviklingen i elevernes resultater på skoler, som har implementeret EiS med høj kvalitet versus lav kvalitet.³² Når vi også anvender skole-fixed effekter, er det fordi, det gør, at vi fx "holder effekten fast" inden for en skole og derfor kun sammenligner elever, der går i samme skole. Så elever i 2020 på den enkelte skole sammenlignes således med elever på den samme skole i 2022.³³ Ved at gøre det, sammenligner vi kun udviklingen hos elever, der går på den samme skole, og derved tager vi højde for, at der er systematiske forskelle i både elevkarakteristika og resultatmål på tværs af skoler.

³¹ SCOPE er et longitudinelt studie, der måler science-kapital blandt børn og unge i Danmark.

³² Vi estimerer følgende ligning: $Y_{ist} = \alpha + \gamma HøjImpl_s + \delta Post_t + \beta(HøjImpl_s \cdot Post_t) + \rho_s + \varepsilon_{ist}$, hvor Y_{ist} er målet for engineeringkompetencer for elev i på skole s ved tidspunkt t . $HøjImpl_s$ er en indikator for, at skolen ligger i øvre halvdel mht. implementeringskvalitet. $Post_t$ er en indikator, som er lig 0 for observationer i år 2020 og lig 1 for 2022. ρ_s er skole-fixed effekter. Desuden er følgende kontrolvariable inkluderet i estimationerne: køn og klassetrin (på elevniveau); andel elever med: indvandrerbaggrund, som er ældre end almindeligt for klassetrinet, med mødre hhv. fædre, som ligger i nederste indkomstkvarter, med mødre hhv. fædre på passiv forsørgelse, med mødre hhv. fædre uden videregående uddannelse (på skole-klassetrinsniveau).

³³ Bemærk, at vi ikke kan se på udviklingen for de samme elever (elev-fixed effects), fordi der er indhentet data for 6. og 9. klassekohorterne i hhv. 2020 og 2022.

Boks 6.3 Treatment effects

Vi måler effekten af en indsats på udfaldsmål Y :

$$\text{Effekten af en indsats} = Y_1 - Y_0$$

Hvor Y_1 er udfaldsmålet, hvis barnet får indsatsen, og Y_0 , hvis barnet ikke får gør. Da vi ikke kan observere den samme elev både med og uden indsatsen, vil vi aldrig kende både Y_1 og Y_0 .

I stedet kan man udregne den gennemsnitlige effekt af en indsats:

$$E(Y_1 - Y_0) = E(Y_1) - E(Y_0)$$

Hvor $E(Y_1)$ er gennemsnittet af udfaldsmål Y for dem, der har modtaget indsatsen, og $E(Y_0)$ er gennemsnittet af udfaldsmål Y for dem, der ikke har modtaget indsatsen. Effekten er kun identificeret, hvis indsatsen er fuldstændig tilfældigt tildelt fx ved lodtrækning.

Kilde: Abadie & Cattaneo, 2018.

Matching og difference-in-differences

Vi anvender matching-metoden vedrørende analyserne for de fem af vores seks resultatmål, som overlapper med SCOPE-projektet.³⁴ SCOPE-elever bruges så til at danne en kontrolgruppe for eleverne på EiS-skolerne. Da vi har et detaljeret datamateriale, kan vi udnytte dette til at konstruere et datasæt med en indsatsgruppe (elever i EiS-deltagende skoler) og en kontrolgruppe (elever i skoler, der ikke deltager) inspireret af et randomiseret forsøgsdesign. Det vil sige, at for hver elev i indsatsgruppen finder vi elever i sammenligningsgruppen, der ligner eleven så meget, at de har den samme statistiske sandsynlighed for at modtage indsatsen, elevens såkaldte "statistiske tvillinger". Vi matcher altså en elev, der har gået i EiS-skole, med elever, der ikke har gået i EiS-skole. Da det vil være meget komplekst at finde børn, der ligner hinanden på en lang række baggrundskarakteristika, beregner man i stedet en statistisk sandsynlighed for at have gået i EiS-skole, også kaldet en propensity score

³⁴ Bemærk, at vi kun har en formåling for EiS-samplet, men ikke for SCOPE-samplet. Vi kan derfor ikke anvende difference-in-differences metoden. På grund af de særlige forhold i perioden med coronapandemien med risiko for indvirkning af meget udtalte tidstrends i analyserne, har vi valgt ikke at anvende før-efter analyser.

(PS). PS udregnes på baggrund af alle baggrunds- og skolekarakteristika beskrevet i afsnit 6.3.3.

I praksis betyder det, at metoden ikke kan være bedre end de kontrolvariabler, vi har. Hvis det er de forkerte forhold, vi kontrollerer for, så vil analysemodellen også give forkerte resultater. De specifikke udfordringer for vores setup er, at vi ikke har en førmåling til matching-analysen, samt at vi pga. manglende cpr-numre i EiS-data må måle en række kontrolvariable på skole- og skoleklassetrinsniveau fremfor på elevniveau.

For at matching kan beregne betydningen af at gå i EiS-skole, må vi derfor antage, at de to grupper elever er så godt som identiske på alle karakteristika, der har en betydning for deres resultatmål.³⁵ Desværre kan denne antagelse ikke testes direkte. Vi har derfor gennemført følsomhedstests, som vi præsenterer i afsnit 6.3.5.

Vi beregner betydningen af EiS-skole ved at bruge inverse probability weights (IPW). IPW har den fordel frem for almindelig matching, at alle elever i sammenligningsgruppen som udgangspunkt indgår i beregningen, blot med forskelligt vægt, hvilket giver mere præcise analyser. En potentiel ulempe med inverse probability weighting er, hvis nogle vægte bliver meget store. Vi har undersøgt det i et robusthedstjek (afsnit 6.3.5), og det påvirker ikke rapportens konklusioner. Ved weighting bliver hver elev enten i gruppen, der har gået i EiS-skole, eller i gruppen, der ikke har, tildelt en vægt dannet på baggrund af den estimerede PS. IPW vægter de to grupper elever sådan, at de elever, som ligner elever i EiS-skoler mest, får den største vægt, mens de elever, som i mindre grad ligner børnene i EiS-skoler, får en mindre vægt. Se Boks 6.4 for en matematisk forklaring af anvendelse af vægtningen.

³⁵ I vores analyse er vi desuden udfordret af, at vi ikke – som vi ellers plejer at gøre – kan koble med baggrundsoplysninger for den enkelte elev (undtagelser er køn og klassetrin), fordi der ikke kan kobles cpr-nummer på eleverne i EiS-surveyen. Baggrundsoplysninger kobles derfor på klassetrinsniveau. Det øger sandsynligvis den statistiske usikkerhed i estimerne, således at estimerne kan blive insignifikante. Det viser sig dog ikke at være tilfældet. Det kan også betyde, at hvis der er systematiske forskelle i, hvem der vælger ikke at besvare EiS- og SCOPE-surveyene, på en måde der påvirker resultatmålene, vil det kunne give bias i estimerne. Vi har dog ikke umiddelbart en formodning om, at det i større grad er tilfældet.

Boks 6.4 Inverse probability weights

PS kan opskrives således for indsats T og kontrolvariable X :

$$P(X) = \Pr(T = 1|X)$$

PS er et udtryk for sandsynligheden for at få indsatsen. Når man anvender inverse probability weights (IPW) til at estimere betydningen af en indsats, skal man først estimere PS: $\widehat{P}(X)$ og derefter bruge de estimerede PS til at vægte individer både i indsats- og sammenligningsgruppen for at estimere den gennemsnitlige betydning af indsatsen:

$$\text{Den gns. effekt af indsatsen} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{T_i Y_i}{\widehat{P}(X_i)} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(1 - T_i) Y_i}{1 - \widehat{P}(X_i)}$$

Hvor $1/\widehat{P}(X)$ er vægte til individerne i indsatsgruppen, og $1/(1 - \widehat{P}(X))$ vægter individerne, der ikke får indsatsen. Det vil sige, at individer i indsatsgruppen med meget høj PS vægtes lavere i indsatsgruppen, og individer med en høj PS i sammenligningsgruppen vægtes højere. Dermed bliver indsats- og sammenligningsgruppen mere sammenlignelige.

Kilde: (Abadie & Cattaneo, 2018).

SCOPE-surveyen har ikke oplysninger vedrørende engineering-kompetencer, og vi kan derfor ikke anvende det samme evalueringsdesign som for de øvrige fem resultatmål. Når vi skal vurdere engineering-kompetencer, anvender vi i stedet et såkaldt difference-in-differences design. Disse analyser baserer sig på data fra elev-surveys i 2020 og 2022 fra skoler, der deltager i EiS-indsatsen. Vi deler EiS-eleverne op efter, hvor godt indsatsen blev implementeret på deres skole og undersøger, om elever på skoler med høj implementeringskvalitet har oplevet en mere positiv udvikling i deres engineering-kompetencer, end elever der går på skoler, hvor implementeringskvaliteten var lav.

En fordel ved difference-in-differences metoden er, at vi kan sammenligne *udviklingen* i elevernes resultater over 2020-22-perioden i indsats- og sammenligningsgruppen. Metoden tager dermed højde for eventuelle påvirkninger, som rammer skoler med og uden EiS på samme vis, eksempelvis skolelukninger under coronapandemien.

For på bedst mulig vis at give et udtryk for sammenhængen mellem afhængige og uafhængige variable er det ofte nødvendigt at kontrollere for en række forhold, som vi ved kan have indflydelse på sammenhængen mellem to variable. Nogle af disse ting kan vi observere i data, fx elevers køn eller skolens størrelse. Andre forhold kan vi ikke observere i data, men ved hjælp af fixed effect-metoden kan vi godt tage højde for nogle af disse forhold alligevel, så længe de ikke ændrer sig over tid (Wooldridge, 2010). I vores difference-in-differences analyser anvender vi analysemodeller med skole-fixed effects, som har den fordel, at vi i praksis sammenligner betydningen af EiS for udviklingen i engineering-kompetencer inden for den samme skole, og at vi hermed fx undgår at sammenligne elever fra meget forskellige skoler.

Generelt indgår de samme kontrolvariable som i matching-analyserne. En undtagelse er dog variablene for den generelle skolekvalitet, som er målt forud for EiS (2017-19) og derfor "dropper ud" i modeller med skole-fixed effects.³⁶

Som nævnt er fixed effects-analyser en måde at tage højde for de forhold, som vi ikke kan måle, men som er nogenlunde konstante for den pågældende skole, og som alle elever kan forventes at være "udsat for" på samme måde hen over analyseperioden (2020-2022). Denne metode antager, at betydningen af ikke-målbare forhold ikke ændrer sig for elever inden for den samme skole.

Generelt gælder for vores analysedesign, at der ikke er tale om rendyrkede effektanalyser, men om analyser af statistiske sammenhænge ved brug af matching- og fixed effekt-modeller. Det skyldes først og fremmest, at indsatsen ikke er randomiseret (eller kvasi-randomiseret). Vi har desuden nogle udfordringer med hensyn til de data og variable, som vi har til rådighed for at kontrollere for forskelle mellem indsats- og sammenligningsgruppen (ingen formåling til matching-analysen, en række kontrolvariable kan ikke måles på elevniveau). Ikke desto mindre er der tale om robuste statistiske analyser, som underbygges med robusthedsanalyser for at understøtte en fortolkning af, hvorvidt indsatsen har eller ikke har betydning for eleverne. De kvantitative resultater underbygges endvidere af de kvalitative analyser og monitoreringen af implementeringsindsatsen.

Det er desuden vigtigt at bemærke, at der kan være andre tiltag i forbindelse med (og uden for) EiS, som forventes at påvirke naturfagsundervisningen – både på deltagerskolerne, og på andre skoler (de potentielle kontrolskoler). Betydningen af de intensive aktiviteter af EiS, som vi måler i vores analyser, er derfor den relative påvirkning i forhold til 'almindelig praksis' generelt på skolerne.

³⁶ De medtages til gengæld i subgruppe-analyserne for klassetrin. Her ville skole-fixed effects pr. definition blive "skole-klassetrin" fixed effects, men vores analysesample er ikke stort nok til at kunne estimere dette meningsfyldt. I dette enkelte tilfælde erstatter vi derfor skole-fixed effects med skolekvalitetsvariablene for at tage højde for forskelle mellem skoler.

6.3.5 Robusthedsanalyser

De statistiske metoder identificerer betydningen af EiS under visse antagelser. Vi gennemfører derfor model- og følsomhedstests, der har til formål at teste metodernes antagelser samt undersøge robustheden af en række modelspecifikationer.

Balancetest

I dette afsnit tester vi den centrale antagelse for, at vores matching-modeller er korrekt specificeret. Modellerne kræver, at elever og skoler, der deltager og ikke deltager i EiS, ikke er meget forskellige. Små forskelle i de enkelte karakteristika vil ikke nødvendigvis gøre en forskel, men hvis der viser sig store systematiske forskelle mellem elever, der går på en EiS-skole og andre elever, så vil vores modeller ikke være i stand til at beregne betydningen af EiS.

En test for, hvordan de enkelte baggrunds- og skolekarakteristika er fordelt på tværs af elever i skoler, der har deltaget i EiS, og andre skoler, består i at se på de rå forskelle mellem elever på skoler med EiS og elever på skoler uden. Vi finder for flere variabler, at der er en signifikant forskel mellem de to grupper, men de målte forskelle er for det meste små (Tabel 6.6). En anden måde at undersøge det på er at beregne standardiserede forskelle mellem karakteristika for elever på skoler med og uden EiS (Imbens, 2015). Det er en tommelfingerregel, at forskellen mellem de to grupper ikke bør overskride 0,3. De standardiserede forskelle er generelt beskedne men dog med 5 ud af 17 over grænsen på de 0,3 i de rå samples. Matching (vægtning) reducerer dog antallet til 1 ud af 17. Vi vurderer, at forskellene kvalitativt er beskedne og konkluderer, at de to grupper i forhold til observerbare karakteristika ligner hinanden.

Tabel 6.6 Baggrundsvariable fordelt på elever i EiS-skoler og andre

| | Gennemsnit | | | | Standardiserede forskelle | |
|--|----------------------|---------------|---------|-------------------|---------------------------|--------|
| | Sammenligningsgruppe | Indsatsgruppe | Forskel | Signifikansniveau | Rå | Vægtet |
| Dreng | 0,503 | 0,506 | -0,003 | | 0,005 | -0,027 |
| 9. klassetrin | 0,474 | 0,508 | -0,035 | ** | 0,070 | -0,093 |
| Elevtal | 5,793 | 6,013 | -0,220 | *** | 0,114 | -0,361 |
| Klassekvotient | 21,994 | 21,744 | 0,250 | *** | -0,165 | -0,216 |
| Karakter, 9.kl | 7,408 | 7,140 | 0,267 | *** | -0,452 | 0,000 |
| Overgang til ungdomsuddannelse, pct. | 0,908 | 0,887 | 0,021 | *** | -0,378 | -0,069 |
| Høj trivsel, pct. | 0,921 | 0,921 | 0,000 | | -0,012 | 0,006 |
| Fravær, pct. | 0,058 | 0,057 | 0,001 | *** | -0,107 | -0,002 |
| Undervisningskompetence, pct. | 0,885 | 0,906 | -0,020 | *** | 0,407 | 0,165 |
| Indvandrerbaggrund, pct. | 0,167 | 0,126 | 0,041 | *** | -0,259 | -0,043 |
| Alder (høj for klassetrin), pct. | 0,114 | 0,101 | 0,013 | *** | -0,191 | 0,195 |
| Mor: lav indkomst, pct. | 0,267 | 0,256 | 0,011 | *** | -0,093 | 0,124 |
| Mor: overførselsindkomst, pct. | 0,124 | 0,135 | -0,012 | *** | 0,166 | 0,161 |
| Mor: ingen videregående uddannelse, pct. | 0,509 | 0,571 | -0,062 | *** | 0,382 | -0,044 |
| Far: lav indkomst, pct. | 0,285 | 0,258 | 0,027 | *** | -0,182 | 0,137 |
| Far: overførselsindkomst, pct. | 0,087 | 0,070 | 0,017 | *** | -0,261 | 0,024 |
| Far: ingen videregående uddannelse, pct. | 0,631 | 0,703 | -0,072 | *** | 0,461 | 0,036 |

Anm.: Tabellen viser gennemsnittet for hhv. elever, der har gået på en skole, der har deltaget i EiS, og andre elever. Derudover viser tabellen i kolonne 3 forskellen mellem de to gennemsnit og i kolonne 4 p-værdien fra en sammenligning af de to gennemsnit ved brug af en t-test. Kolonne 5 og 6 viser standardiserede forskelle i hhv. de rå og vægtede samples.

Kilde: VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd.

Specifikationstest

Variablene for elevsammensætning kan måles på forskellige tidspunkter, og hvad der er mest relevant, afhænger af, hvilken type selektion, man mener, er den fremtrædende i den aktuelle problemstilling. I hovedspecifikationen af modellen anser vi elevsammensætning som kontrolvariable, hvor vi vil tage højde for, at eleverne i indsats- og sammenligningsgruppen kan være forskellige. Set på den måde bør elevsammensætning måles tæt på tidspunktet for måling af resultaterne i 2022, hvilket er, hvad vi gør i vores hovedspecifikation.

Det kan dog også være relevant at betragte elevsammensætning på skolen som en variabel, som er medvirkende til skolens beslutning om at deltage i EiS ("assignment to treatment"). Set med disse briller ville elevsammensætning dog skulle måles før indsatsens begyndelse i 2020. For at teste robustheden af vores hovedspecifikation viser Tabel 6.7 derfor resultater, hvor elevsammensætning er målt som et 3-års gennemsnit (2017-19) for årene før begyndelsen af EiS-indsatsen. Som det fremgår af tabellen, ændres resultaterne kun meget lidt, og konklusionerne er upåvirkede.

Tabel 6.7 Betydning af EiS med elevsammensætning målt i 2017-19

| | Skolens rolle | Interesse | Holdninger | Almen dannelse | Selvvurderede færdigheder |
|------------------|---------------|------------|------------|----------------|---------------------------|
| Betydning af EiS | 0,294 | 0,253 | 0,24 | 0,255 | 0,104 |
| | (0,040)*** | (0,037)*** | (0,042)*** | (0,039)*** | (0,041)* |
| Antal elever | 5.339 | 5.574 | 5.494 | 5.526 | 5.574 |

Anm.: Robuste standard fejl. Denne robusthedstest er ikke relevant for analyser af engineeringkompetencer, hvor elevsammensætningen indgår på anden vis (dvs. for de aktuelle år 2020, 2022).

Kilde: VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd.

Mål for selvvurderede færdigheder

Ifølge hovedresultaterne (Figur 2.5, afsnit 2.2.1) er betydningen af EiS for elevernes selvvurderede færdigheder mindre end for de øvrige resultatmål og kun marginalt signifikant på 10-procents-signifikansniveau. Dette kan muligvis skyldes den måde, som spørgsmålene, der ligger til grund for dette resultatmål, er stillet på. To ud af de seks spørgsmål er stillet på en måde, hvor eleven bliver bedt om at sammenholde sit eget niveau med klassekammeraternes. De to spørgsmål lyder:

Hvor godt synes du, at du klarer dig sammenlignet med de fleste andre i din klasse i "naturfagene"?

Hvor enig er du i følgende: Jeg ved mere end de fleste andre i min klasse om natur, teknologi og sundhed?

Det er dog sådan, at vi må antage, at deltagelse i EiS gavner hele klassen, men hvis EiS formår at løfte hele klassen, så vil den enkelte elev ikke opleve, at han/hun klarer sig bedre end klassekammeraterne. Vi har derfor lavet et robusthedstjek, hvor vi baserer resultatmålet alene på de fire spørgsmål, som ikke er stillet relative i forhold til de andre i klassen. Resultaterne, som ses i

Tabel 6.8, viser, at betydningen af EiS bliver lidt større og betydeligt mere sikkert bestemt med en signifikans på 1-procents-signifikansniveau.³⁷

Tabel 6.8 Betydning af EiS for selvvaluerede færdigheder i science (forskellige definitioner og samples)

| | (1) | (2) | (3) |
|------------------|------------------|------------------------------------|--|
| | Alle 6 spørgsmål | Alene de 4 ikke-relative spørgsmål | Definition: som (1) Sample: som (2) |
| Betydning af EiS | 0,096 | 0,120 | 0,104 |
| | (0,049)(*) | (0,045)** | (0,045)* |
| Antal elever | 5.863 | 5.609 | 5.609 |

Anm.: Robuste standardfejl.

Kilde: VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd.

Weighting med trimmed sample

En velkendt udfordring med inverse probability weighting er extreme vægte (dvs. hvis propensity scores er enten tæt på 0 eller 1). Som et robusthedstjek har vi derfor droppet elever i sammenligningsgruppen med ekstreme propensity scorere (de øverste og nederste 1 % af samplet) og genberegnet resultaterne. Tabel 6.9 viser resultaterne. Sammenlignet med vores hovedresultater, jf. Bilagstabel 1.1. er de gennemgående mindre, men forskellene er små for tre ud af de fem resultatmål (interesse, almen dannelse, selvvaluerede færdigheder). Forskellene for de øvrige to (holdninger, skolens rolle) er lidt større, men estimerne forbliver store og statistisk signifikante.

Tabel 6.9 Resultater med trimmed sample

| | Skolens rolle | Interesse | Holdninger | Almen dannelse | Selvvaluerede færdigheder |
|------------------|---------------|------------|------------|----------------|---------------------------|
| Betydning af EiS | 0,235 | 0,240 | 0,204 | 0,234 | 0,089 |
| | (0,043)*** | (0,040)*** | (0,048)*** | (0,042)*** | (0,048)* |
| Antal elever | 5.528 | 5.776 | 5.690 | 5.725 | 5.776 |

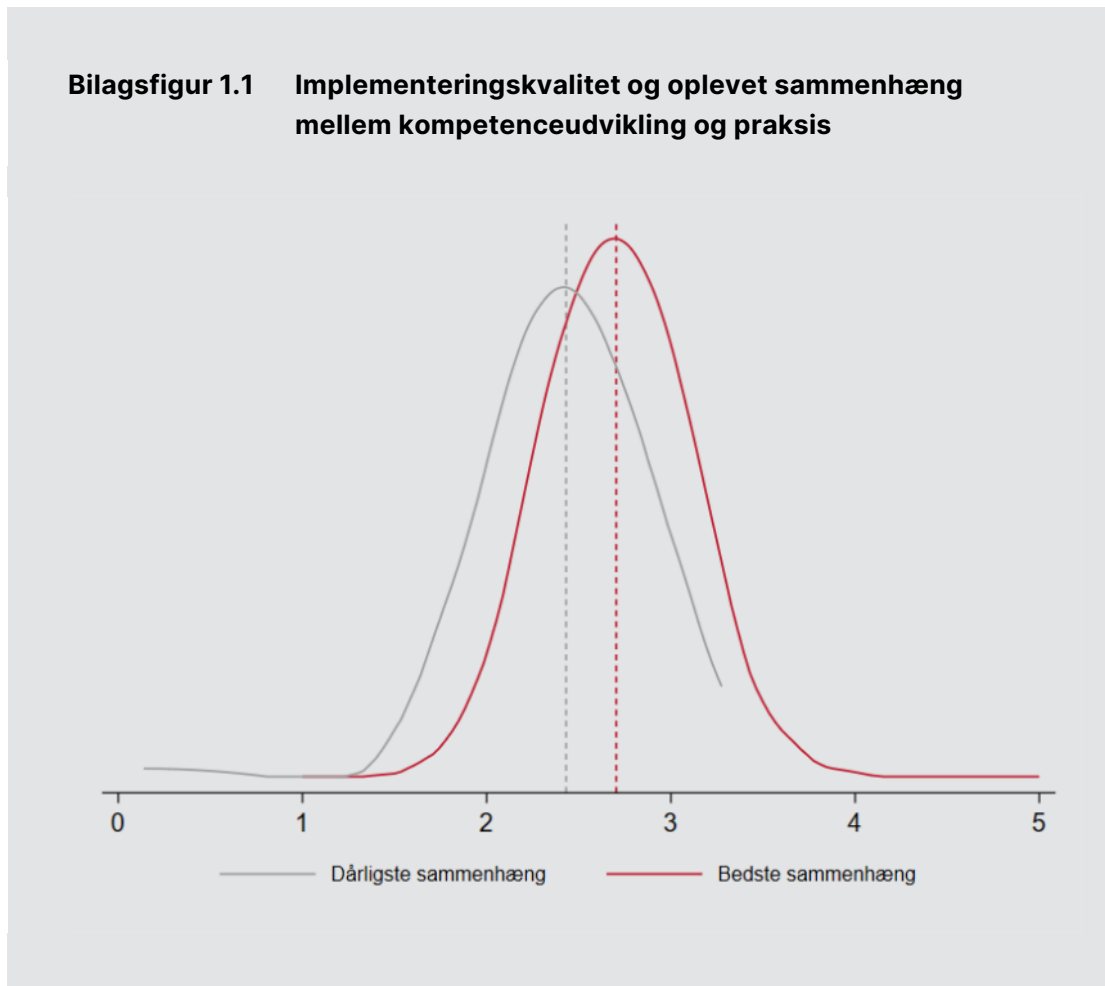
³⁷ Kolonne (3) tager højde for, at samplestørrelsen i (1) og (2) er forskellig og viser resultater for alle 6 spørgsmål men med samplet som i kolonne (2). Resultaterne her er lidt mindre og lidt mindre signifikante end i kolonne (2).

Litteratur

- Abadie, A. & Cattaneo, M.D. (2018). Econometric methods for program evaluation. *Annual Review of Economics*, 10(1), 465-503.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J.F., Dillon, J.S., Wong, B. & Willis, B. (2013). *ASPIRES Report: Young people's science and career aspirations, age 10 – 14*. London: King's College London.
- Auener, S., Daugbjerg, P.S., Nielsen, K. & Sillasen, M.K. (2018). *Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor*. [U.st.]: VIA University College, Engineer the Future, Astra og Naturvidenskabernes Hus.
- Cohen, J. (1969). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 1. ed. New York: Academic Press.
- EVA (2022). *Erfaringsopsamling: Elevernes læring og trivsel i grundskolen under covid-19- pandemien. Status, indsatser og fremadrettede behov*. Holbæk: EVA - Danmarks Evalueringsinstitut.
- Imbens, G.W. (2015). Matching methods in practice: Three examples. *Journal of Human Resources*, 50(2), 373-419.
- Iversen, M.D. (2021). QUEST-projektet. Aarhus Universitet, rev. 14.04.2021. Tilgængelig på: <https://projekter.au.dk/q-model/quest-projektet>. [17.5. 2023].
- Keilow, M., Brændegaard, W.N., Jæger, M.M. & Pedersen, S.H. (2023). *Udvikling af et redskab til måling af science-kapital: Teknisk rapport*. København: VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd.
- Kraft, M.A. (2020). Interpreting Effect Sizes of Education Interventions. *Educational Researcher*, 49(4), 241–253.
- Schäfer, T. & Schwarz, M.A. (2019). The meaningfulness of effects sizes in psychological research: Differences between sub-disciplines and the impact of potential biases. *Frontiers in Psychology*, 10 (Art. 813), doi: 10.3389/fpsyg.2019.00813.
- Sjøberg, S. (2012). *Naturfag som almindannelse: En kritisk fagdidaktik*. 2. udg. Aarhus: Forlaget Klim.

- Slottved, M., Hindsholm, M., Ladekjær, E., Michaelsen, A.B. & Petersen, M.R. (2022). Midtvejsevaluering af Engineering i Skolen. Et kompetenceudviklingsforløb for grundskolelærere. København: VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd.
- Sølberg, J., Frausing Binou, C., Trolle, O., Elmeskov, D., Quistgaard, N., Mortensen, K. & Marckmann, B. (2019). Evaluering af Engineering i skolen. København: Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter – neuc.dk.
- Tænketanken DEA (2019). *Hvordan får vi STEM på lystavlen hos børn og unge? - Og hvilken rolle spiller køn for interesseskabelsen?* København: Tænketanken DEA.
- Wahlgren, B. (2009). *Transfer mellem uddannelse og arbejde: Viden der virker.* København: NCK - Nationalt Center for Kompetenceudvikling.
- Wooldridge, J.M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2nd ed.) MIT Press.

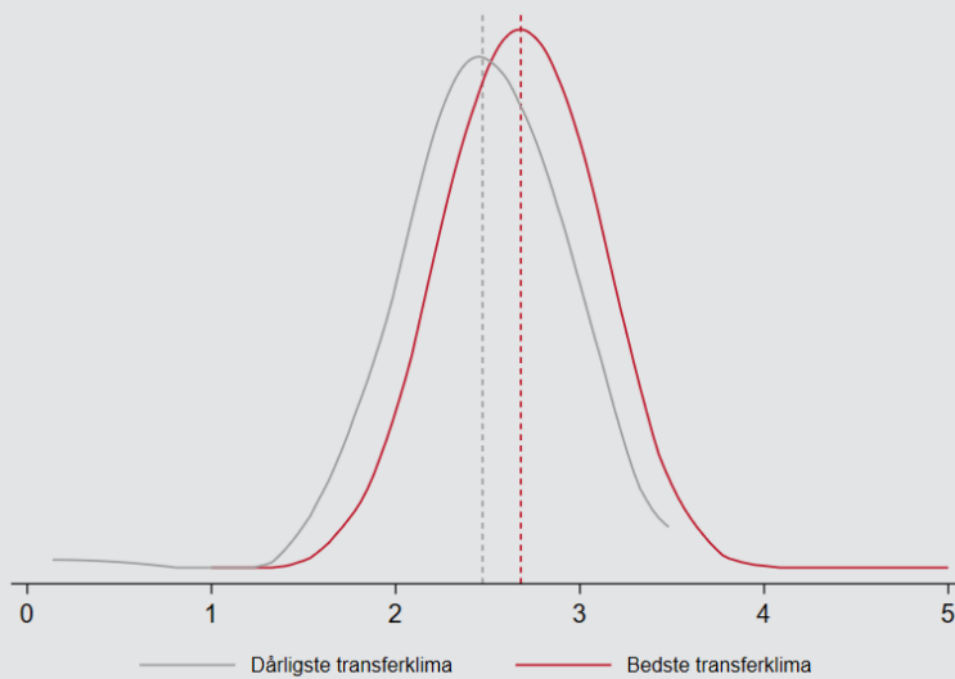
Bilag 1 Bilagsfigurer



Anm.: N = 171 (dårligste sammenhæng n = 79, bedste sammenhæng n = 92).

Kilde: VIVEs spørgeskemaundersøgelse blandt lærere 2022.

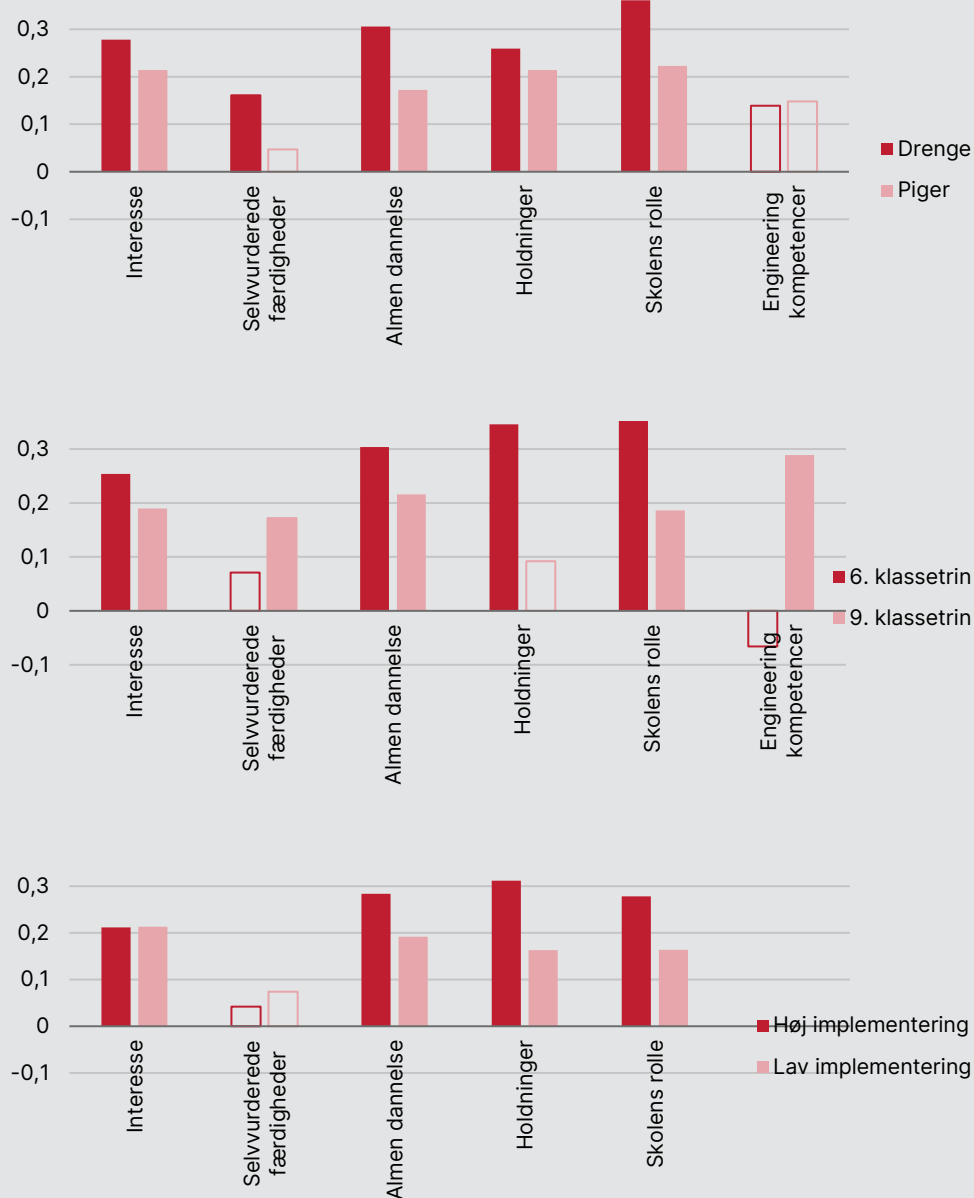
Bilagsfigur 1.2 Implementeringskvalitet og oplevet transferklima



Anm.: N = 171 (dårligste transferklima n = 84, bedste transferklima n = 87).

Kilde: VIVEs spørgeskemaundersøgelse blandt lærere 2022.

Bilagsfigur 1.3 Betydningen af EiS for grupper af elever



Anm.: En søjle med hhv. uden fyld angiver, at estimatet er statistisk sikkert/ikke sikkert bestemt på 5-procents-signifikansniveau. Antal observationer varierer mellem 1.967-2.252 for engineering-kompetencer (bruttosamples) og 2.727-4.755 for de øvrige resultatmål.

For engineering-kompetencer er der ikke delgrupperesultater for høj vs. lav implementeringsgrad. Denne forskel er allerede del af den generelle metode, der anvendes ift. dette outcome (dvs. DiD for højt vs. lavt implementerende skoler).

Kilde: VIVEs spørgeskemaundersøgelse blandt elever 2020 og 2022 samt SCOPE-baseline.

Bilagstabel 1.1 Betydning af EiS for eleverne (standardafvigelser)

| | Skolens rolle | Interesse | Holdninger | Almen dannelse | Selv-vurderede færdigheder | Engineering-kompetencer |
|------------------|---------------|------------|------------|----------------|----------------------------|-------------------------|
| Betydning af EiS | 0,296 | 0,254 | 0,240 | 0,237 | 0,096 | 0,121 |
| | (0,044)*** | (0,040)*** | (0,049)*** | (0,042)*** | (0,049)(*) | (0,073)(*) |
| Antal elever | 5.611 | 5.863 | 5.777 | 5.812 | 5.863 | 3.816 |

Note: Robuste standard fejl i parenteser. ***, **, * og (*) indikerer signifikansniveau på hhv. 0,1, 1, 5 og 10 %.

Bilag 2 Måling af implementeringskvalitet

Som nævnt i afsnit 4.2 er der sket ændringer i måden, vi har målt implementeringskvaliteten på via spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere. Af tabellen nedenfor fremgår både de oprindelige udsagn, der blev brugt ved målingerne i 2020 og 2021 og de tilpassede udsagn brugt ved slutmålingen i 2022.

Spørgsmålene blev introduceret med følgende tekst:

"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 derefter blevet 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 2.1 Udsagn til måling af implementeringskvalitet

| Delproces | Udsagn i 2020 og 2021 | Udsagn i 2022 |
|---------------------|---|--|
| Forstå udfordringen | <ul style="list-style-type: none"> Jeg diskuterede udfordringen med eleverne med fokus på at sætte den i en større kontekst. Altså <u>hvorfor</u> 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 ift. produktet. | <ul style="list-style-type: none"> Jeg diskuterede udfordringen med eleverne med fokus på at sætte den i en større kontekst. Altså <u>hvorfor</u> 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 ift. produktet. |
| Undersøge | <ul style="list-style-type: none"> 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. | <ul style="list-style-type: none"> Jeg opfordrede eleverne til at tilegne sig ny naturfaglig viden, fx ved at undersøge fænomener eller materialer. Jeg designede elevernes eksperimenter for dem (eksperimenter indbefatter her undersøgelser, observationer mv.). Jeg støttede eleverne i at sikre systematik i deres afdækning af manglende viden. |
| Få idéer | <ul style="list-style-type: none"> 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. | <ul style="list-style-type: none"> Jeg planlagde og igangsatte undervisningsaktiviteter, som hjalp eleverne med idégenerering. 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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. | <ul style="list-style-type: none"> Jeg støttede eleverne i at modellere deres løsning, fx som en skitse. Jeg gav eleverne mulighed for at til- og fravælge materialer. Jeg hjalp eleverne til at strukturere og forberede arbejdet med at konstruere en prototype. |
| Konstruere | <ul style="list-style-type: none"> 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. | <ul style="list-style-type: none"> 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 deres til- og fravalg under inddragelse af relevant faglig viden. |
| Forbedre | <ul style="list-style-type: none"> 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. Jeg hjalp eleverne med at sikre, at de allerede inden afprøvningen af deres prototype havde lavet en klar rollefordeling imellem sig. Jeg sikrede, at eleverne havde mulighed for at gennemføre forbedringer af deres prototype eller helt starte forfra, hvis afprøvningen gav anledning til det. | <ul style="list-style-type: none"> 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. Jeg hjalp eleverne med at sikre, at de allerede inden afprøvningen af deres prototype havde lavet en klar rollefordeling imellem sig. Jeg sikrede, at eleverne havde mulighed for at gennemføre forbedringer af deres prototype eller helt starte forfra, hvis afprøvningen gav anledning til det (indbefatter også muligheden for at vende tilbage og gentage tidligere delprocesser fx undersøgelser eller idegenerering) |
| Præsentere | <ul style="list-style-type: none"> Præsentationen skete i en autentisk ramme ved, at den blev gennemført for en bruger eller nogen, der påtog sig rollen som bruger. Jeg perspektiverede sammen med eleverne undervisningen i forhold til andre mennesker og problemer, der rækker ud over skolen. 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. | <ul style="list-style-type: none"> Under præsentationerne reflekterede eleverne over, hvordan deres prototype som teknologi påvirker samfundet. Under præsentationen reflekterede elevgrupperne over udviklingen af deres prototype, herunder til- og fravalg, udfordringer undervejs og materialevalg. Under præsentationen reflekterede eleverne over egen læring, herunder både læring i form af faglig viden og læringer ift. de fire naturfaglige kompetencer. |

| Delproces | Udsagn i 2020 og 2021 | Udsagn i 2022 |
|----------------------|--|--|
| Løbende facilitering | <ul style="list-style-type: none"> - Jeg stillede eleverne åbne spørgsmål, der inviterede til dialog og afklaring. - Jeg vurderede løbende, hvilke frihedsgrader eleverne skulle have i undervisningen. Altså om undervisningen skulle gøres mere struktureret eller mere åben. - Begik en elevgruppe en fejl, diskuterede jeg med gruppen, hvad de havde lært af fejlen. | <ul style="list-style-type: none"> - Jeg stillede eleverne åbne spørgsmål, der inviterede til dialog og afklaring. - Jeg vurderede løbende, hvilke frihedsgrader eleverne skulle have i undervisningen, Altså om undervisningen skulle gøres mere struktureret eller mere åben. - Begik en elevgruppe en fejl, diskuterede jeg med gruppen, hvad de havde lært af fejlen. - Jeg stoppede altid eleverne, hvis jeg så, at de var ved at begå en fejl. - Jeg støttede eleverne i at fastholde et brugerperspektiv i løsningen af udfordringen. - Jeg perspektiverede sammen med eleverne undervisningen i forhold til andre mennesker og problemer, der rækker ud over skolen. - 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. |

Bilag 3 Måling af implementeringsfaktorer

De tre faktorer 1) lærernes motivation for engineering 2) lærernes oplevelse af sammenhæng mellem kompetenceudvikling og praksis og 3) ledelsens og kollegernes opbakning, eller det som vi kalder 'transferklima', er målt via spørgsmålene i boksen nedenfor.

Bilagsboks 3.1 Udsagn til måling af implementeringsfaktorer

Forud for udsagnene stilles følgende spørgsmål:
"Hvor enig eller uenig er du i følgende udsagn?"

Motivation

- Det er min forventning, at jeg med engineering-metoden kan løfte kvaliteten af min undervisning
- Jeg ønsker at implementere engineering-metoden i min undervisning.

Sammenhæng mellem kompetenceudvikling og praksis

- Kompetenceudviklingen i engineering-metoden var forestået af kompetente undervisere
- Der var en god sammenhæng mellem kompetenceudviklingen i engineering-metoden og min praksis på skolen
- Jeg havde undervejs i kompetenceudviklingen tilstrækkelig mulighed for at afprøve det, jeg lærte.

Transferklima

- Jeg har tilstrækkelig mulighed for sparring om engineering-metoden i min hverdag
- Jeg har mulighed for at afsætte tilstrækkelig tid til at implementere engineering-metoden i min undervisningspraksis
- Jeg har tilstrækkelig adgang til redskaber og materialer til anvendelse af engineering-metoden
- Skoleledelsen har en klar forventning om, at jeg implementerer engineering-metoden i min undervisning
- Mine lærerkolleger bakker op om implementeringen af engineering-metoden.

VIVE