



## Kapitel 9. Design et engineering-forløb

I dette kapitel får du præsenteret didaktiske redskaber, som understøtter planlægning af et engineering-forløb.

## Engineering-didaktikken består af følgende kapitler:

- Kapitel 1. Læsevejledning
- Kapitel 2. Engineering - en faglighed i skolen
- Kapitel 3. Engineering i STEM
- Kapitel 4. Engineering - hvad er det?
- Kapitel 5. Engineering-kompetencer
- Kapitel 6. Modellering i engineering
- Kapitel 7. Den gode engineering-udfordring
- Kapitel 8. Lærerens rolle, stilladsering og evaluering
- Kapitel 9. Design et engineering-forløb**
- Kapitel 10. Engineering og andre undervisningstilgange

Du kan finde alle kapitler på [engineeringiskolen.dk](http://engineeringiskolen.dk)

### Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor

Revideret udgave, 2022, 1. udgave, 2. oplag

**Forfattere:** Suzie Auner, Peer Schrøder Daugbjerg, Keld Nielsen, Simon Olling Rebsdorf, Martin Krabbe Sillasen og Mads Joakim Sørensen

**Redaktion:** Martin Krabbe Sillasen og Mads Joakim Sørensen

**Grafik & layout:** Grethe Kofoed og Anne Dorte Spang-Thomsen

**ISBN:** 978-87-994359-5-1

Didaktikken udgives af Engineer the Future og VIA University College i samarbejde med Københavns Professionshøjskole og Astra.

Didaktikken er revideret og udgivet med støtte fra VILLUM FONDEN under Engineering i skolen.

Tak til lærerne Anna Hermannsen, Per Milling, Lotte Kold Thorup, Nina Gjetterman og Hanne Grøn for afprøvning og feedback under arbejdet med at revidere engineering-didaktikken og for at bidrage med eksempler fra egen engineering-praksis.

Tak til læreruddannere på professionshøjskolerne for frugtbare diskussioner, der har bidraget til at kvalificere engineering-didaktikken.

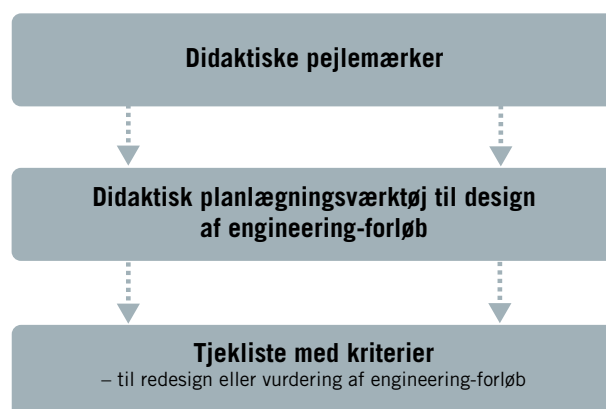
## 9. Design et engineering-forløb

Undervisningsmaterialer, der har til formål at understøtte elevernes engineering designproces, er opbygget lidt anderledes end traditionelle materialer til undervisning i naturfagene og matematik. De skal nemlig kunne guide eleverne gennem forskellige delprocesser i engineering designprocessen, og der skal være mulighed for forskellige frihedsgrader. I et engineering-forløb skal eleverne ideelt set selvstændigt træffe mange valg undervejs om, hvordan de vil løse engineering-udfordringen. Hvis engineering-udfordringen indeholder mange frihedsgrader, kan grupperne vælge mange forskellige veje gennem processen. Som lærer og facilitator i elevernes læreproces må man stilladsere elevernes arbejde tilstrækkeligt til, at eleverne oplever en fremdrift i deres selvstændige aktiviteter.

I dette kapitel får du præsenteret didaktiske redskaber, som understøtter planlægning af et engineering-forløb.

Først præsenterer vi en samlet didaktisk ramme for engineering-forløb, udfoldet som en række didaktiske pejlemærker, som er centrale ved planlægningen af forløb. Herefter introducerer vi et konkret planlægningsværktøj til læreren, og til sidst finder du en liste med kriterier, som

du kan bruge, hvis du ønsker at redesigne et eksisterende undervisningsforløb eller vurdere kvaliteten af andres engineering-forløb.



Figur 9.1: Sammenhæng mellem elementer i den samlede didaktiske ramme.

### 9.1 De 6 didaktiske pejlemærker

Man kan opsummere de særlige karakteristika ved engineering-undervisning i 6 didaktiske pejlemærker (se figur 9.2). Disse pejlemærker bør man altid overveje og indtænke, når man forbereder et engineering-forløb.

De 6 didaktiske pejlemærker udgør summen af det særlige ved engineering. Isoleret set kan enkelte af pejlemærkerne være relevante i andre undervisningssammenhænge end lige netop engineering. Det er inddragelsen af *alle* 6 pejlemærker, der udgør det særlige ved engineering, og som sikrer, at elevernes læreprocesser faciliteres og stilladseres, så eleverne oplever fremdrift i deres selvstændige aktiviteter. Vægtningen af de enkelte pejlemærker vurderes af den enkelte lærer, fagteam, læreruddanner eller kompe-

tenceudvikler. Den erfarne underviser vil hurtigt se, at der indgår elementer fra problembaseret undervisning. De 6 didaktiske pejlemærker kan derfor være et vigtigt redskab for mange fagprofessionelle, når de planlægger undervisning og kompetenceudvikling.

De didaktiske pejlemærker tydeliggør områder af didaktikken, som er centrale for udvikling af god engineering-undervisning. For hvert område er udfoldet et didaktisk handlingsrum mellem to yderpunkter, som man som fx lærer bør forholde sig til, inden man gennemfører et engineering-forløb. De didaktiske pejlemærker lægger altså op til væsentlige didaktiske refleksioner, hvor valgene varierer og afhænger af konteksten omkring den enkelte klasse.



Figur 9.2: De 6 didaktiske pejlemærker.

## 1. Autenticitet

Autentisk ◀-----▶ Ikke-autentisk

Når man planlægger engineering-forløb, bør man i rammesætningen af problemfeltet vægte graden af autentiske elementer i forhold til den faglige kompleksitet. Som beskrevet i kapitel 7 bør problemfeltet indeholde autentiske engineering-udfordringer som for eleverne kan opleves som enten personligt, fagligt eller samfundsmæssigt relevant, for at sikre, at alle elever/elevgrupper bevarer motivation og interesse for engineering-arbejdet. Elevernes faglige niveau og skolens "begrænsede" muligheder ift. materialer og tid vil modsat udfordre elevernes autentiske oplevelse, især hvis den faglige kompleksitet medfører at eleverne fx har vanskeligt ved at undersøge udfordringen eller måske ikke kan løse den.

Eksempelvis kunne det være fagligt autentisk for eleverne, hvis problemfeltet og engineering-udfordringen tager udgangspunkt i en jægers virkelighed og at hun pga. dyrenes adfærd har brug for, at eleverne designer og konstruerer et stabilt jagttårn. Jægeren, som måske endda er en forælder, kan bidrage til yderligere personlig autenticitet hos eleverne ved fx at deltage i enten formidlingen af problemfeltet eller ved elevernes præsentation af løsninger. Grad af autenticitet vil her blive udfordret af at eleverne konstruerer deres prototyper som modeller i mindre skala, og derfor ikke laver en løsning som fx tager højde for materialernes vægt, og som umiddelbart ikke kan testes og forbedres af jægeren.

## 2. Proces eller produkt

Proces ◀-----▶ Produkt

Når man arbejder i en designproces, sker det for de fleste naturligt, at de hurtigt retter deres fokus mere på produktet end på at følge planlagte processer. Læreren bør derfor overveje, hvordan og i hvilken grad eleverne skal fastholdes på både proces og produkt i et engineering-forløb. Procesaktiviteter skal ofte stilladseres forholdsvis detaljeret og struktureret, især for uerfarne elever. Og det er centralt i udvikling af elevernes processuelle færdigheder, at de løbende forholder sig til processernes formål både gennem tekst og tale.

I delprocessen *Få ideer* kan man fx stilladseres elevernes

proces vha. metodekort, som hjælper til at fastholde idegenereringen og tydeligt rammesætter, at der er fokus på *denne* delproces.

Aktiviteter, som har et mere produktorienteret stillads, bør hjælpe eleverne med systematik og løbende at fastholde deres produktorienterede til- og fravalg. Aktiviteterne er desuden væsentlige for at sikre, at elevernes valg kan underbygges fagligt, så faglig viden og færdigheder fra fagene kommer i spil.

Eksempelvis kan eleverne i delprocessen *Undersøge* med fordel opstille hypoteser før en konkret undersøgelse. Dermed stilladseres deres refleksion, og det bliver mere sandsynligt, at de inddrager læringen fra undersøgelsen.

## 3. Materialekendskab

Fylder meget ◀-----▶ Fylder lidt

Et særkende ved engineering er, at design af fysiske prototyper *nødvendiggør* et materialekendskab hos eleverne. Denne viden bruger de særligt i delprocesserne *Få ideer*, *Konkretisere*, *Konstruere* og *Forbedre*.

Som lærer bør man derfor altid overveje materialernes rolle i forløbet: Hvilket omfang skal materialerne have, og hvordan skal elevernes adgang til materiale være? Desuden kan man med fordel variere, hvornår i designprocessen eleverne introduceres for udvalgte materialer. Materialer kan nemlig give inspiration til designprocessen, men omvendt kan de være svære at overskue, hvis der er frit valg, eller være styrende for processen, hvis der kun er et begrænset udvalg.

Overvej derfor, om der skal være stilladserende aktiviteter, som introducerer eleverne for specifikke materialetyper, deres egenskaber og forskellige forarbejdningsmuligheder. Herigennem vil eleverne få et øget materialekendskab, og det vil udvikle deres praksisfaglige kompetencer. Hvis eleverne får mulighed for struktureret at undersøge flere mulige materialer, kan man på den måde desuden inddrage elevernes arbejde med undersøgelseskompetence i forløbet.

Læreren kan også bruge materialekrav som fagligt bispænd, ligesom materialer kan begrænse elevernes frihedsgrader. Man kan designe mange spændende engineering-forløb, hvor eleverne arbejder med helt almindelige dagligdags materialer. Ud fra det aktuelle klassetrin bør man altid overveje, hvilken materialesamling man vil anvende, og hvilken rolle materialerne tænkes at spille i engineering-forløbet.

Materialer kan være mange ting – en 5.-klasse fandt fx stor inspiration, da de efter besøg i kommunens centrale makerspace fik en kasse med rester fra lasercutteren med hjem. Det var små træstykker i forskellige størrelser og former, og de var med til at skabe nye ideer hos eleverne, som brugte dem i konstruktionen af deres prototyper.

#### 4. Elevers frihedsgrader

Struktureret ◀-----▶ Åbent

Balancen mellem strukturerede og åbne engineering-aktiviteter skal man også overveje grundigt, da elevernes frihedsgrad har betydning for elevernes motivation og for deres mulighed for ejerskab og selvstændighed i opgaveløsningen. I kapitel 8 er der beskrevet tre niveauer af elevernes frihedsgrader for hver delproces i engineering-designprocessen, og denne oversigt kan med fordel inddrages, når man planlægger undervisningen. Øget frihed kan forstærke elevernes motivation, og desuden kan variation i frihedsgrader didaktisk anvendes til at sikre undervisningsdifferentiering.

I et engineering-forløb kan der være grupper, der af forskellige årsager har brug for forskellige frihedsgrader.

Et eksempel er, at én gruppe i delprocessen *Undersøge* arbejder helt selvstændigt og selv designer og udfører undersøgelser, mens en anden gruppe i samme klasse kan have brug for præcise instruktioner til, hvilken undersøgelse de skal gennemføre. Denne vekslen mellem frihedsgrader er en naturlig undervisningsdifferentiering, og i engineering understøttes den af koblingen mellem frihedsgrader og de enkelte delprocesser.

#### 5. Lærerrolle

Facilitator ◀-----▶ Ekspert

Som lærer i et engineering-forløb er idealet primært at være facilitator for elevernes arbejde i de forskellige designprocesser. Det indebærer, at læreren – ud over at "styre" og stilladsere engineering-designprocessen for eleverne – fx indtager rollen som "ligeværdig" sparringspartner, hvor man frem for at give svar på spørgsmål er nysgerrig sammen med eleverne.

Roller som facilitator varierer også ud fra en vurdering af, hvor mange frihedsgrader eleverne eller de enkelte elevgrupper i klassen kan håndtere.

Læreren kan også i kortere nedslag indtage rollen som ekspert. Hvis eleverne fx har brug for viden om vands kredsløb i forbindelse med et engineering-forløb om afvanding af skolens fodboldbane, kan læreren holde et fælles oplæg for klassen. Det er her vigtigt at være opmærksom på, om denne viden er nødvendig for alle eller kun for enkelte grupper.

#### 6. Stilladseringstyper

Fag- og proces ◀-----▶ Meta

Engineering-aktiviteter kan udfordre traditionelle måder at tilrettelægge og gennemføre naturfagsundervisning på, da engineering er organiseret som problemorienteret projektarbejde, hvor eleverne fordyber sig i konstruktionen af en prototype gennem en iterativ designproces.

Dette arbejde kan læreren stilladsere med dels fag- og processtilladsering, dels metastilladsering.

Fag- og processtilladsering består i, at læreren stilladsere elevernes arbejde med en blanding af faglige og processuelle aktiviteter, som bl.a. afhænger af den konkrete klasses forudsætninger, problemfeltet og den konkrete engineering-udfordring.

I et engineering-forløb med åbne rammer og skabende, selvregulerede arbejdsprocesser er det også vigtigt at understøtte elevernes læreprocesser gennem refleksion og feedback. Dette foregår ved hjælp af metastilladsering, der består i, at læreren planlægger aktiviteter, der systematisk bidrager til og hjælper med, at grupperne reflekterer over egen læring, og sikrer, at eleverne giver hinanden feedback ud fra ensartede kriterier, fx i responsgrupper.

Læs mere om stilladsering af engineering i kapitel 8 og i næste afsnit, hvor vi beskriver et didaktisk planlægningsværktøj.

## 9.2 Didaktisk planlægningsværktøj til engineering-forløb

Det didaktiske planlægningsværktøj og den efterfølgende uddybning i fire faser, har til hensigt at give læreren overblik og konkrete handleanvisninger til at inddrage de 6 didaktiske pejlemærker i planlægningen af et eksemplarisk engineering-forløb.

Planlægningsværktøjet er tilpasset udviklingen af længerevarende engineering-forløb. Ved kortere engineering-forløb kan udvalgte delprocesser være bærende i forløbet, og/eller hele delprocesser kan udelades.

### Fra elevens engineering designproces til lærerens planlægningsværktøj

Engineering designprocessen er en didaktisering af ingeniørens arbejdsmetode, tilpasset elever i den danske grundskole. Der er altså tale om en didaktisk metode, der er målrettet eleverne og deres arbejde med de syv delprocesser.

Når man udvikler nye engineering-forløb, er det en fordel at bruge planlægningsværktøjet, som både forholder sig til engineering designproces og hjælper med at strukturere og tydeliggøre de overordnede didaktiske valg. Det er altså et værktøj til læreren, som samler de væsentligste engineering-didaktiske elementer i én samlet ramme, og som er målrettet den erfarne underviser, udvikler eller læreruddanner, der ønsker at udvikle eksemplariske engineering-forløb.

De seks engineering-kompetencer, som er beskrevet i kapitel 5, angiver med udgangspunkt i Fælles Mål en funktionel kompetencebaseret tværfaglighed mellem naturfagene og matematik, som er relevant for eleven både i en engineering-kontekst, og for fagene jf. Fælles Mål. Planlægningsværktøjet er udarbejdet, så det understøtter en stilladsering der kan bidrage til elevens udvikling af engineering-kompetencer, herunder færdigheder og faglig viden. Det drejer sig vel at mærke om kompetencer, som både er relevante for at løse forløbets engineering-udfordring og for forløbets undervisningsmål.

## 9.3 Et værktøj til planlægning af engineering-forløb

Planlægningsværktøjet kan anvendes til at udvikle engineering-forløb tilpasset kompetencetilgangen i den danske grundskole og samtidig sikre, at refleksioner over de didaktiske pejlemærker inddrages. Planlægningsværktøjet giver læreren mulighed for kronologisk at strukturere elevernes arbejde gennem fire planlægningsfaser, uden det bliver styrende for elevernes ikke-lineære arbejde med de syv delprocesser.

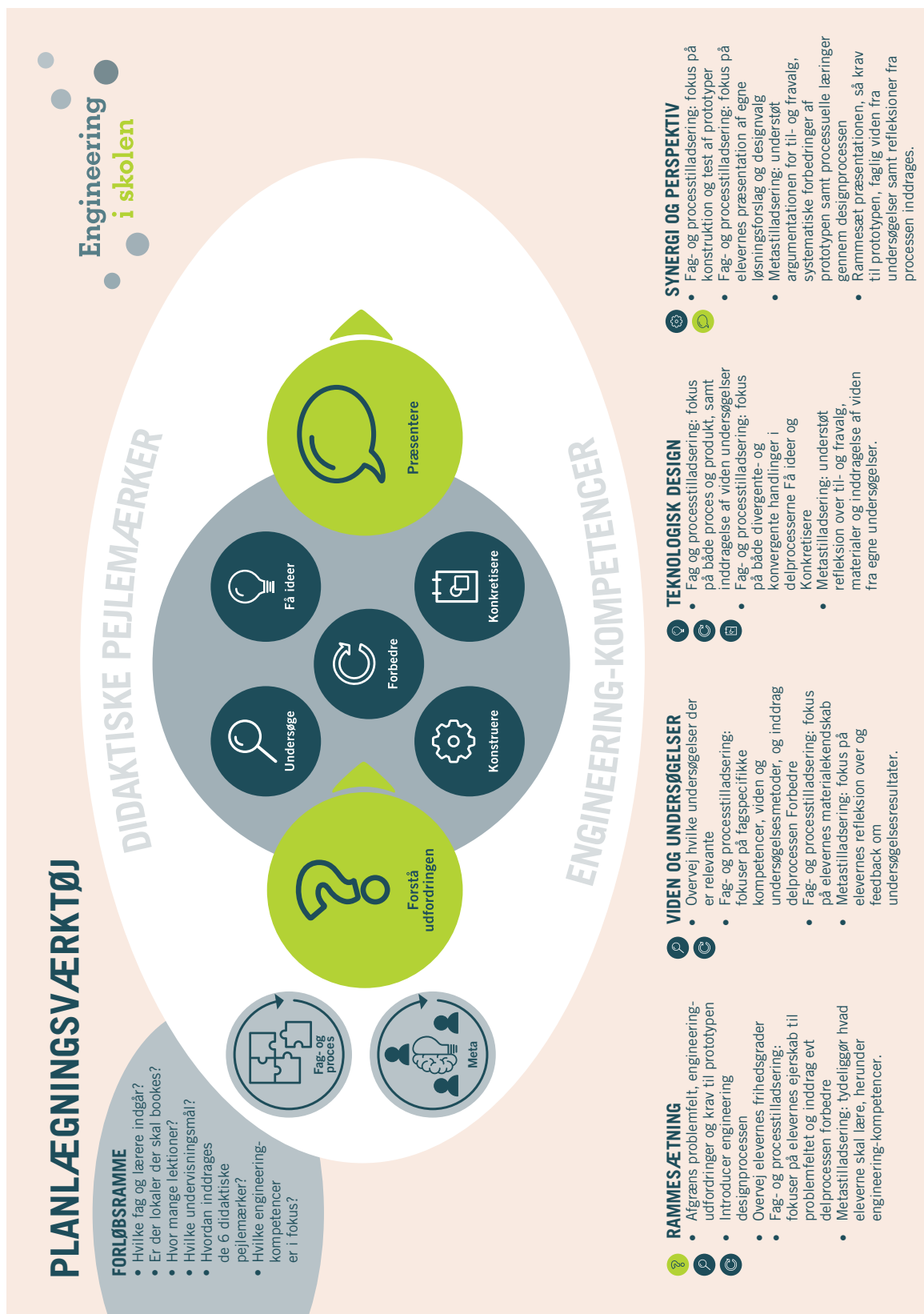
Planlægningsværktøjet rammesætter lærerens planlægning af et engineering-forløb. Først beskrives vi de overordnede rammer i *Forløbsramme*, og derefter gennemgår vi de fire planlægningsfaser *Rammesætning*, *Viden og undersøgelser*, *Teknologisk design* samt *Synergi og perspektiv*.

For hver af de fire faser kan du se, hvilke delprocesser i engineering designproces der er særlig relevante for planlægningen. For hver fase er der desuden vejledende forslag til væsentlige didaktiske overvejelser og handlinger.

I planlægningsværktøjet er der lagt særlig vægt på, at man efterfølgende omsætter de didaktiske refleksioner og valg i hver fase til konkrete stilladserende elevaktiviteter, og at man indtænker begge stilladseringstyper: fag- og processtilladsering samt metastilladsering.

**Fag- og processtilladsering:** Lærerens planlagte faglige og processuelle aktiviteter, der understøtter elevernes arbejde gennem forløbet.

**Metastilladsering:** Lærerens planlagte og gentagne evaluerende aktiviteter, der hjælper eleverne til at reflektere over egen læring og til i samarbejde at fastholde centrale læringer i forløbet.



Figur 9.3: Planlægningsværktøj i fire faser, der anviser handlinger fordelt på de syv delprocesser ved brug af stilladseringstyper. De fire planlægningsfaser er: 1) Rammesætning, 2) Viden og undersøgelser, 3) Teknologisk design og 4) Synergi og perspektiv.

## Forløbsramme

Når man planlægger et engineering-forløb, bør man først beskrive, hvilken ramme forløbet skal udvikles inden for. Det kan være organisatoriske rammer som fag, lærere, lokaler, varighed, og didaktiske rammer som fx vægtningen af de 6 didaktiske pejlemærker, samt hvilke engineering-kompetencer der skal opstilles undervisningsmål for.

Når man skal opstille undervisningsmål for engineering-kompetencerne, kan man som lærer have gavn af at anvende tabellerne i kapitel 5, der viser sammenhænge mellem fag, engineering-kompetencerne og de enkelte delprocesser i engineering designprocessen.

Refleksioner og valg inden for de didaktiske pejlemærker og de formulerede undervisningsmål skal derefter være rettesnor for planlægningen af den stilladsering, der understøtter elevernes arbejde med engineering designproces.

## De fire planlægningsfaser

### 1. Rammesætning

Planlægning af *Rammesætning* skal afgrænse og identificere det problemfelt, som man vil arbejde inden for i det pågældende forløb. Problemfeltet skal være relevant for de involverede fag og skal kunne udmøntes i en eller flere konkrete engineering-udfordringer.

Det er centralt at overveje elevernes frihedsgrader, dvs. i hvilket omfang eleverne skal stilladseres, når engineering-udfordringen identificeres. Det er vigtigt, at eleverne forstår og tager ejerskab for udfordringen, og alt efter deres forudgående kendskab til fagområdet kan det kræve forskellige grader af stilladsering. Her spiller overvejelser om autenticitet en rolle.

For at sikre den fælles forståelse og kvalificering af elevernes videre arbejde kan det være en fordel, at man som lærer på forhånd har identificeret undersøgelser, som bidrager med relevant viden inden for problemfeltet.

Når elevernes forståelse af udfordringen er på plads, er det vigtigt, at også kravene til deres prototype defineres.

I *Rammesætningen* skal de faglige og processuelle aktiviteter planlægges. Disse aktiviteter skal stilladserer eleverne til at stille faglige spørgsmål inden for udfordringens ramme, som kan undersøges og derved bidrage med relevant viden til deres løsning af udfordringen.

Delprocessen *Forbedre* er relevant at inddrage i denne planlægningsfase, da eleverne flere gange kan have behov for at gå tilbage og lave yderligere undersøgelser inden for problemfeltet, for at afdække et "nyt" vidensbehov.

I fasen *Rammesætning* skal man også overveje, hvordan

engineering designproces skal introduceres eller genbesøges som metode. Ligeså skal man overveje, hvordan man kan inddrage eleverne i en dialog om de enkelte delprocesser.

Desuden planlægger man fag- og processtilladsering, der understøtter elevernes planlægning af deres arbejde/process, rollefordeling og forventninger til samarbejde.

Det er også i denne fase, læreren planlægger stilladserende aktiviteter, hvor eleverne i samarbejde tilegner sig en kritisk-konstruktiv tilgang til problemers kompleksitet og til deres eget design af teknologiske løsninger. Dette kan fx tage afsæt i samtaler, hvor elever diskuterer teknologiens betydning for deres hverdag og for deres teknologiske dannelse.

I denne fase bør man planlægge metastilladsering således, at det er tydeligt for eleverne, hvad der i engineering-forløbet er særligt fokus på, de skal lære jf. undervisningsmål. Ligeledes skal der være fokus på, hvilke engineering-kompetencer eleverne forventes at træne og udvikle, samt hvordan de løbende skal følge op på det gennem refleksion over egen læring, fx gennem en logbog eller særlige elevark.

### 2. Viden og undersøgelser

I denne fase er det primære fokus i lærerens planlægning at stilladserer elevernes arbejde i delprocessen *Undersøge*. Formålet er, at eleverne som en integreret del af deres engineering-designproces får kortlagt viden, som de eller læreren vurderer som nødvendig, og at eleverne tilegner sig den viden gennem egne undersøgelser. Undersøgelser skal her forstås bredt som fx læsning, eksperiment, observationer, interview, faglige oplæg af lærer eller eksterne fagpersoner m.m.

Fag- og processtilladseringen i denne fase giver god mulighed for, at eleverne kan inddrage og anvende fagspecifikke kompetencer og undersøgelsesmetoder fra fagene; dette kan med fordel komme til udtryk netop i stilladseringen. Alt efter elevernes frihedsgrad og lærerrollen kan undersøgelserne gå fra at afdække elevgruppernes egne spørgsmål og mangel på viden til at være meget lærerstyrede, så det på forhånd er valgt, hvilken viden og metode eleverne har behov for i deres designproces.

Stilladseringen af eleverne kan i denne fase også fokusere på deres undersøgelse af materialer med henblik på at øge materialekendskabet. Dette kan fx gøres ved at introducere eleverne for specifikke materialetyper, deres egenskaber og muligheder for at forarbejde dem.

Senere i designprocessen vil det ofte være nødvendigt for eleverne at lave yderligere undersøgelser og videnindsamling for at forbedre deres prototype. Derfor kan det i planlægningen være en fordel at reflektere over og evt.



forberede forskellige meningsfulde undersøgelser inden for problemfeltet.

Metastilladsering kan i denne fase planlægges, med henblik på at eleverne dels reflekterer over resultaterne af deres undersøgelser, dels giver eller modtager feedback på resultatet, fx i en postersession.

### 3. Teknologisk design

I planlægningsfasen *Teknologisk design* bør man forberede fag- og processtilladseringen, med henblik på at eleverne udvikler ideer og efterfølgende konkretiserer dem. Her afhænger elevernes frihedsgrader i høj grad af, om de tidligere har gjort sig erfaringer med engineering, og derved, om de selv kan udvælge egnede processer, eller om læreren skal udvælge og stilladsere sådanne processer.

Som udgangspunkt bør stilladseringen af delprocesserne *Få ideer og Konkretisere* ske med afsæt i den viden, som eleverne har tilegnet sig gennem undersøgelser. Desuden skal man planlægge stilladseringsaktiviteter i denne fase sådan, at eleverne arbejder iterativt med både konvergente og divergente processer undervejs med henblik på at designe en teknologisk løsning. Elevernes frihedsgrad her afhænger igen af, i hvor høj grad de har erfaring med engineering og de enkelte delprocesser fra tidligere – men centralt er, at eleverne stilladses til både at idegenerere (divergent handling), ideudvælge og konkretisere ideer (konvergente handlinger).

I forhold til planlægningen af både *Få ideer og Konkretisere* er det erfaringen, at stilladseringen samtidig skal hjælpe eleverne med at finde en balance mellem proces og produkt, da eleverne ofte bliver meget løsnings- og produktorienterede. Når læreren planlægger denne fase, bør man også have fokus på elevernes materialekendskab, deres adgang til materialer samt på udvælgelse af materialer.

Også i denne fase er delprocessen *Forbedre* central, således at stilladseringen gør det tydeligt for eleverne, hvordan de senere kan vende tilbage til både idegenerering og konkretisering af ideer, hvis de har behov for det.

Metastilladseringen kan i denne fase planlægges, så eleverne reflekterer over, hvordan de kom frem til ideer og konkrete løsningsforslag. Dette kan fx gøres, ved at eleverne forklarer og får feedback fra hinanden på, hvordan løsningsforslaget kan realiseres gennem en prototype, eller hvilken viden der begrundes forskellige designvalg. Metastilladseringen kan også omhandle elevrefleksioner over valg af materialer og arbejdsprocesser.

### 4. Synergi og perspektiv

I den sidste planlægningsfase bør fag- og processtilladsering tage udgangspunkt i elevernes konkrete ideer og løsningsforslag. Det er centralt, at læreren sikrer, at eleverne har fokus på sammenhænge og at skabe synergi i deres designproces.

Det er delprocesserne *Konstruere og Forbedre*, der skal stilladses, med henblik på at eleverne konstruerer en prototype, der kan optimeres på baggrund af naturfaglige tests. Stilladseringen i denne proces skal have som mål at hjælpe eleverne med at overveje, hvordan prototypen konstrueres, hvordan tests kan foretages, og hvilken dataopsamling der kan være relevant, set i forhold til forbedringerne frem mod det endelige løsningsforslag.

Også i denne fase bør man i planlægningen overveje, hvordan stilladseringen kan hjælpe eleverne med ikke at blive for produktorienterede, men også fastholde dem i refleksioner over valg/fravalg af materialer, hvilken faglig viden der underbygger deres designvalg, samt hvordan de kan forbedre deres prototype gennem systematiske naturvidenskabelige tests.

Et andet væsentligt element i denne planlægning er stilladsering af delprocessen *Præsentere*. Her skal eleverne understøttes i at præsentere deres færdige prototyper, holdt op mod den engineering-udfordring og de krav, som eleverne indledningsvis forstod, og som de har arbejdet med gennem hele engineering designprocessen.

Et væsentligt element i præsentationen er elevernes forklaring af prototypens virkemåde med den viden, de har til deres rådighed fra deres undersøgelser, samt deres refleksioner over egen læring både fagligt og processuelt. I den metastilladsering, som læreren planlægger, bør det processuelle aspekt være i fokus.

Endelig kan læreren igen planlægge, at eleverne også forholder sig kritisk-konstruktivt til dels deres design af en teknologisk løsning, dels hvordan deres prototype kan bidrage til og påvirke deres omverden. Det kan gøres ved at understøtte elevernes refleksioner med supplerende faglig viden eller med spørgsmål, som indbyder eleverne til uddybende perspektivering.



## 9.4 Anvendelse af planlægningsværktøjet - Gode råd til gennemførelse af forløbet

Som skrevet tidligere er intentionen med planlægningsværktøjet at læreren eller fagteamet anvender det til at designe et engineering-forløb. Gennem de forskellige planlægningsfaser vil didaktiske valg og refleksion foretaget undervejs skulle operationaliseres yderligere. Nedenfor er beskrevet en ikke udtømmende liste af konkrete forslag til at understøtte gennemførelse af et engineering-forløb.

### Lektionsplan

Det kan lyde banalt, men en lektionsplan med fast ramme for de enkelte lektioner og deres indhold, kan være en stor hjælp til at fastholde fremdrift og rammer for engineering-forløbet. Det kan give et overblik ift konkret forberedelse, ligesom det kan være en stor hjælp hvis der undervejs korrigeres i forløbets indhold.

### Slideshow

Et slideshow kan være en stor hjælp for dig som lærer til at strukturere dit engineering-forløb og fastholde den ønskede fremdrift og rammer. Dermed kan du sikre, at du fx får introduceret engineering designprocessen og får vist lige den video du synes er relevant for at understøtte elevernes forståelse af udfordringen. Du kan også bruge notefunktionen til at skrive spørgsmålstyper som kan støtte dig når du skal stilladsere eleverne både fagligt, processuelt og på metaniveau.

### Elevark

Når eleverne arbejder selvstændigt i deres grupper, kan det være en stor støtte, at de har elevark som stillads fx i deres undersøgelser eller når de skal få ideer. Derved understøttes, at de husker væsentlige elementer i deres arbejde og lærerens tid kan bruges dér, hvor den har størst mulig effekt.

I forbindelse med projektet Engineering i skolen, har vi udarbejdet såkaldte Metodekort, som er generiske elevark til hver af de 7 delprocesser i engineering. Find dem på [engineeringiskolen.dk](http://engineeringiskolen.dk).

### Inddrage andre ressourcer

Engineering lægger helt naturligt op til at tænke Åben skole og inddrage lokale virksomheder, kulturinstitutioner eller lignende. Repræsentanter derfra kan fx deltage i præsentation af en virkelig problemstilling som er en udfordring i deres hverdag og undervejs i konstruktion af prototyperne hvor de kan give kvalificeret feedback.

Ligeledes kan eksterne eksperter inddrages via vores besøgssordning Book en Ekspert; [ekspert.engineerthefuture.dk/](http://ekspert.engineerthefuture.dk/)

## 9.5 Vurder og tilpas engineering-forløb

Når du som lærer skal tilpasse eksisterende forløb til engineering eller ønsker at vurdere engineering-baserede læremidler kan du vælge at bruge planlægningsværktøjet til en systematisk gennemgang.

En anden tilgang er at anvende nedenstående tjekliste med spørgsmål. Spørgsmålene støtter læreren i at huske de engineering-didaktiske overvejelser som er centrale for et eksemplarisk engineering-forløb. Tjeklisten ikke udtømmende og kan med fordel suppleres yderligere.

- Er der opstillet undervisningsmål i relation til engineering-kompetencer og færdighed- og vidensspørgsmål (jf. Fælles Mål)?
- Er problemfeltet autentisk og afgrænset, og rummer det en eller flere engineering-udfordringer?
- Hvilke materialer og materialekendskab hos eleverne forudsætter forløbet?
- Inddrages alle syv engineering-delprocesser og med hvilke frihedsgrader for eleverne?
- Indeholder forløbet løbende elevaktiviteter med fokus på delprocessen *Forbedre*, så eleverne oplever designprocessen som iterativ?
- Understøtter eventuelle lærerressourcer primært rollen som facilitator af designprocesserne?
- Indeholder forløbet fag- og processtilladserende elevaktiviteter som understøtter elevernes fokus på både produkt og proces, samt åbne og lukkende designprocesser?
- Indeholder forløbet fag- og processtilladserende elevaktiviteter som understøtter elevernes designproces enten med fagspecifik viden, undersøgelser eller metoder?
- Indeholder forløbet gentagende metastillaserende elevaktiviteter der fastholder centrale læringer hos eleverne, samt understøtter processer med at give/modtage feedback?
- Er der krav til prototypen og bliver der fulgt op på dem i delprocessen *Præsentere*?
- Indeholder forløbet gennemgående metastillaserende elevaktiviteter som fx logbog, og hvordan inddrages den i elevernes formidling af både prototype samt faglige og processuelle erkendelser fra designprocessen?
- Er der elevaktiviteter som bidrager med kritisk-konstruktivt overvejelser om teknologi og design af en teknologi, herunder hvordan det bidrager til og påvirker både den nære, regionale og globale omverden?

### OPGAVER

#### Hvad er styrkerne ved engineerings 6 didaktiske pejlemærker?

1. Tag udgangspunkt i et konkret undervisningsforløb og drøft i fagteamet hvordan de 6 didaktiske pejlemærker er indtænkt i forløbet, og hvordan de hver især eventuelt kunne fylde mere.
2. Gennemgå hver af de 6 didaktiske pejlemærker, og tal om, hvorfor de hver især styrker et engineering-forløb og hvordan de konkret kan udfoldes.

#### Vurder et engineeringforløb

1. Vurder kvaliteten af et engineering-baseret læremiddel ved at anvende tjeklisten sammen med en kollega eller i fagteamet. Drøft for hvert spørgsmål om der bør foretages ændringer i forløbet inden det gennemføres med elever. Ofte vil der være mange forbedringsmuligheder, og derfor kan I med fordel diskutere hvilke der har størst betydning for elevernes motivation og læring, og på den baggrund udvælge fem didaktiske justeringer i prioriteret rækkefølge. I samarbejde videreudvikles disse fem didaktiske tilføjelser.

A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.

A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.

Engineering i skolen er et samarbejde mellem Engineer the future, VIA University College, Københavns Professionshøjskole og Astra, finansieret af VILLUM FONDEN.

