

Kapitel 3. Engineering designprocessen

Her introduceres engineering designprocessen og de syv delprocesser, den består af. I kapitlet uddybes, hvorfor disse syv delprocesser er centrale for, at engineering-undervisning kan planlægges og gennemføres. Kapitlet afsluttes med en beskrivelse af forskellige former for prototyper og hvilken betydning de har for elevers arbejde i engineering designprocesser.

Engineering-didaktikken består af følgende kapitler:

- Kapitel 1. Engineering – en faglighed i skolen
- Kapitel 2. Tværfaglig engineeringundervisning
- Kapitel 3. Engineering designprocessen
- Kapitel 4. Den gode engineering-udfordringer
- Kapitel 5. Lærerroller, elevstilladsering og evaluering
- Kapitel 6. Engineerings didaktiske pejlemærker
- Kapitel 7. Engineering som praksisfaglig didaktik
- Kapitel 8. Engineering og matematik
- Kapitel 9. Engineering og naturfag
- Kapitel 10. Engineering og håndværk og design
- Kapitel 11. Engineering og teknologiforståelse
- Kapitel 12. Engineering-didaktik i makerspaces
- Kapitel 13. Skolevirksomhedssamarbejde gennem engineering
- Kapitel 14. Motivation og lige deltagelsesmuligheder
- Kapitel 15. Engineering og andre undervisningstilgange

Du kan finde alle kapitlerne på engineeringiskolen.dk

Engineering

– praksisfaglig design-didaktik til autentisk problemløsning på tværs af fag

Revideret udgave 2026. 1. udgave, 1. oplag.

Forfattere: Mads Joakim Sørensen, Keld Nielsen, Martin Krabbe Sillasen, Nina Ahnstrøm, Adrian Rau Bull, Anders Thrysoe Pagh, Anders Wind Kjølholt, Bo Kristensen, Helle Kruse Krossá, Lars Henrik Jørgensen, Lisa Svingholm, Rachel Zachariassen, Karin Dyrendom og David Russel

Redaktion: David Russel og Mads Joakim Sørensen

Grafik & layout: Janne Rose og Anne Dorte Spang-Thomsen

ISBN: 978-87-976820-0-5

Didaktikken udgives af Engineer the Future.

Denne udgave af didaktikken er udgivet med støtte fra Villum Fonden og Novo Nordisk Fonden under programmet Engineering i Skolen.

Tak til lærere i Sønderborg Kommune for afprøvning og feedback under arbejdet med at revidere engineering-didaktikken og for at bidrage med eksempler fra egen engineering-praksis. Tak til didaktikere på Københavns Professionshøjskole, VIA University College, Professionshøjskolen Absalon, University College Lillebælt og UC SYD samt udviklingskonsulenter fra Naturvidenskabernes Hus for bidrag og frugtbare diskussioner, der har kvalificeret engineering-didaktikken.

Engineering designprocessen

Engineering er en designproces til systematisk og videnbaseret problemløsning.

Udgangspunktet for engineering som didaktik i skolen er den måde, som fx ingeniører arbejder på. Ingeniører er blandt samfundets centrale aktører, når der skal løses tekniske problemer eller udvikles nye teknologiske processer og produkter.

Det karakteristiske ved ingeniørers arbejde er, at de anvender mange former for viden til systematisk at designe eller forbedre redskaber, maskiner, strukturer eller processer. Løsningerne skal opfylde nogle kunders mål eller nogle brugeres behov og skal derfor overholde en række kravspecifikationer, samtidig med at løsningerne er underlagt økonomiske og praktiske begrænsninger. Undervejs i deres arbejde trækker ingeniører på en lang række forskellige former for viden og ressourcer.

Det vigtigste, set fra et undervisningsperspektiv, er ingeniørers særlige tilgang til problembaseret arbejde. Det vil sige den måde, hvorpå de analyserer udfordringer og derefter organiserer processer og anvender allerede eksisterende viden og erfaringer, ikke mindst inden for teknologi og naturvidenskab. Dertil kommer, at de vurderer, tester og forbedrer deres prototype undervejs.



PROTOTYPE

En prototype er en tidlig udgave af et produkt eller en løsning. Prototyper kan afprøves med det formål at blive klogere på produktet. For det meste er det nemt og billigt at ændre på en prototype.

Med udgangspunkt i den måde, ingeniører arbejder på, kan man opstille en række karakteristiske træk ved deres arbejdsmetode, som undervisningen bør stille imod at genskabe eller reflektere.

Disse træk udgør tilsammen en karakteristik, der er fundament for den organisering og gennemførelse af undervisningen, som engineering-didaktikken beskriver.

Skoleverdenen er anderledes end ingeniørverdenen

Denne karakteristik, der handler om ingeniørernes verden uden for skolen, fører på ingen måde direkte til en didaktik. Eleverne i grundskolen er ikke uddannede ingeniører. De arbejder ikke i store firmaer eller organisationer, hvor der er mange penge eller store samfundsmæssige konsekvenser involveret. I en skoleklasse er det kun til en vis grad muligt at bringe en gruppe af elever i samme situation, som en gruppe ingeniører befinder sig i, når de løser en opgave.

Didaktikken må altså forholde sig til den udfordring, at det i en klasse ikke er muligt eller ønskeligt at skabe en 1:1-kopi af ingeniørernes verden og arbejdsmetoder. I didaktikken må man omhyggeligt vælge de træk ved ingeniørers arbejdsmetoder og -processer, der er relevante som udgangspunkt for meningsfuld undervisning.

Derfor er idealet at bruge ingeniørverdenen og dens metoder som inspiration for en nytænkende didaktik, hvor lærere bruger tilpassede teknologiske problemstillinger og bringer dem ind i undervisningen, så eleverne får erfaringsbaseret indsigt i, hvad engineering er og kan som arbejdsmetode og som en handlingsorienteret og problemløsende tilgang.

Engineering og autentiske udfordringer

På grund af dette skel mellem virkeligheden for ingeniører og virkeligheden for eleverne i en klasse bliver det et didaktisk mål – og udfordring – at gennemføre engineering-undervisning, så eleverne oplever maksimal grad af autenticitet. Autenticiteten må skabes med udgangspunkt i, at der er tale om undervisning, og at undervisningen skal hænge sammen med det, eleverne ellers oplever og skal lære i deres skoletilværelse. Vi ser nærmere på, hvad der karakteriserer en god engineering-udfordring i kapitel 4.

Designprocesser i undervisningen

Ingeniøraktiviteter kan og skal – som antydnet ovenfor – ikke overføres ukritisk til et skoleprojekt. Det er nødvendigt at foretage en didaktisk reformulering af de elementer som undervisnings- og læringsmæssigt er centrale. Denne didaktisering skal være så enkel, at den kan håndteres i praksis i en travl skolehverdag.

Engineering designprocessen

Engineering designprocessen er delt op i syv delprocesser (se figur 3.1).



Figur 3.1: De syv delprocesser i engineering. To af processerne er fremhævet: Forstå udfordringen, da det er her, læreren sammen med klassen sætter projektet i gang. Præsentere, da det her, læreren og klassen afslutter projektet.

DELPROCESSERNE KORT BESKREVET

Erfaringer fra praksis har vist, at elever tilgår de fem delprocesser i midten meget forskelligt. Derudover vil rækkefølgen variere, alt efter hvilken udfordring eleverne arbejder med, og de vil ofte bevæge sig frem og tilbage mellem de forskellige delprocesser. Derfor er der ikke angivet en foretrukken rækkefølge mellem delprocesserne.

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, som de kan få brug for. De tilegner sig viden, fx gennem faglige undersøgelser.

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

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

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

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

Præsentere: Elevgrupperne præsenterer løbende og som afslutning på forløbet deres undersøgelser, ideer, løsninger, overvejelser om designprocessen og valg truffet undervejs.

I skolen vil engineering-forløb udspille sig som projekter, hvor eleverne arbejder med en autentisk problemstilling der er didaktisk tilpasset de undervisningsmæssige rammer. Forløbet skal både have en begyndelse med rammesætning og en afslutning med præsentation og evaluering(er).

Derfor har den indledende delproces, *forstå udfordringen*, og den afsluttende, *præsentere*, didaktisk set en særlig karakter. Læreren har især i disse to delprocesser mulighed for at give et engineering-forløb autenticitet, vel vidende at det foregår i en klasse på helt andre præmisser end i verden uden for skolen.

Mellem projektstart og projektslut arbejder elevgrupperne forskelligartet frem mod løsning af udfordringen. Som det fremgår af beskrivelsen af delprocesserne, arbejder eleverne sammen i grupper om at indhente viden, udvikle ideer, planlægge og konstruere en prototype samt teste og forbedre prototypen.

Afprøvninger af engineering designprocessen har vist, at eleverne ikke arbejder lineært med de forskellige delprocesser. Det er mere sandsynligt, at eleverne starter forskellige steder og springer mellem delprocesserne. Det afhænger også i høj grad af, hvordan læreren stilladserer og rammesætter deres arbejde. Det vender vi tilbage til i kapitel 6.

Forstå udfordringen – er alle med?

Læreren sikrer sig sammen med klassen, at alle eleverne bliver introduceret for et autentisk problemfelt. Læreren stilladserer elevaktiviteter, som bidrager til forståelse af og ejerskab til engineering-udfordringen. Ideelt set er man allerede i den indledende delproces, *forstå udfordringen*, blevet enige om og har formuleret en række krav, som en løsning skal overholde.

Det er lærerens opgave at sikre, at alle elever forstår de forskellige faglige aspekter, og at de introduceres til, hvordan udfordringen indgår i et større autentisk problemfelt.

Præsentere – løbende videndeling og synlig afslutning

Ud over at dele deres erfaringer til sidst i forløbet kan der også undervejs være situationer, hvor eleverne *præsenterer*. Der kan fx være fordele ved, at eleverne deler erfaringer fra undersøgelser, ideer til løsninger eller udfordringer, som de har haft med at konstruere deres prototyper. Denne videndeling kan både være med til at forbedre elevernes designproces og deres prototyper, samtidig med at den kan bidrage til en fejlpositiv klassekultur.

I forbindelse med afslutningen på projektet er det vigtigt, at eleverne har tid til at reflektere over, hvad de har lært fagligt, og over den proces, de har været igennem. Det er nødvendigt også at tale med eleverne om deres udvikling og potentiale i arbejdsprocesserne fx deres samarbejde, indbyrdes rollefordeling og evne til at forbedre undervejs i processen.

Forskellige former for prototyper

I engineering designprocesser arbejdes der hen imod konkrete løsninger, der enten er nye produkter eller forbedringer af eksisterende løsninger. I løbet af designprocessen kan der udvikles forskellige former for prototyper, som hver især fokuserer på forskellige aspekter af den endelige løsning. Der er grundlæggende tre forskellige former for prototyper: rolleprototyper, udseende- og oplevelsesprototyper samt tekniske prototyper.

1. Rolleprototyper

Disse prototyper undersøger, hvilken funktion løsningen skal have i brugerens liv. De fokuserer på, hvad løsningen skal gøre, og hvordan det passer ind i brugerens dagligdag.

Det kan for eksempel være, at eleverne i forløbet "Pres på cykelparkeringen" udvikler et storyboard, der viser, hvordan det opleves at bruge en ny cykelparkeringsplads til nemt og sikkert at parkere sin cykel med de nye forbedrede faciliteter.

Formål: At kommunikere ideen om løsningens anvendelse og den forskel, den vil gøre for brugerne.

2. Udseende- og oplevelsesprototyper

Disse prototyper fokuserer på den sanselige oplevelse af at bruge løsningen – hvordan den ser ud, føles og reagerer.

Et eksempel kan være, at eleverne laver en animation eller tegninger, der viser brugergrænsefladen i en app, de har udviklet.

Formål: At teste og visualisere brugeroplevelsen uden nødvendigvis at have overvejet, hvordan den kan konstrueres.

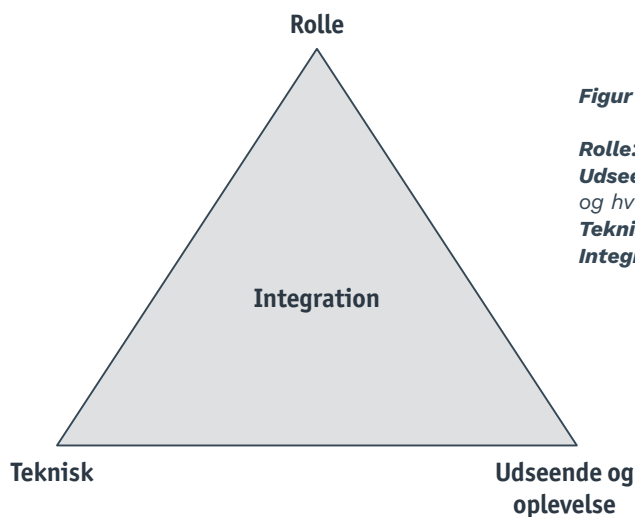
3. Tekniske prototyper

Disse prototyper undersøger, hvordan løsningen teknisk kan konstrueres. De fokuserer på de underliggende teknologier og metoder.

For eksempel kan eleverne i forløbet "Har du set lyset?" lave kode, der kan styre en LED-strip, som kan justere lysstyrken eller farvetemperaturen i en lampe. Det kan også være, at eleverne laver en kontakt, der aktiveres ved en bestemt vandstand, i forløbet "Alarm! Vandet stiger".

Formål: At afprøve, om løsningen teknisk kan gennemføres og er effektiv.

De tre nævnte prototyper kan kombineres i såkaldte *integrationsprototyper*. Her er formålet at sikre sammenhæng mellem alle designaspekter.



Figur 3.2: Tre former for prototyper.

Rolle: Hvad skal løsningen gøre for brugerne?

Udseende og oplevelse: Hvordan ser løsningen ud, og hvordan føles den?

Teknisk: Hvordan kan løsningen teknisk konstrueres?

Integration: Hvordan kombineres alle tre dimensioner?

Det kan være en kompleks og tidskrævende opgave at lave integrationsprototyper. Overvejelser omkring, hvilken form for prototype der skal udvikles, kan være med til at stilladsere elevernes designproces. Fx skal der i forløbet "Emballage med omtanke" konstrueres prototyper, der – for at reducere emballageforbrug under indkøb – kan afgive en bestemt mængde af en vare i den genbrugsbeholder, som forbrugeren selv medbringer. Elever vil kunne lave en integrationsprototype, men er der begrænset tid, kan kravene til prototypen specificeres, så eleverne fx fokuserer på en af de tre andre. De kan fx lave en rolleprototype, der viser forbrugers vej hjemmefra, gennem supermarkedet, til betaling og hjem igen. Det er også muligt at lave en prototype, der viser, hvordan prototypen betjenes, det kan være, at de viser, hvordan der er forskellige muligheder for at vælge mellem varer og mængder, og hvordan der sikres god hygiejne i løbet af forbrugers interaktion med prototypen. Sidst, men ikke mindst, vil de kunne lave en prototype, der demonstrerer, hvordan prototypen konstrueres, så den afgiver samme mængde hver gang, hvordan den åbner og lukker, eller hvordan varen føres gennem prototypen.

