

# Hvad er engineering i skolen?





**Martin Sillasen**, docent i naturfagsdidaktik ved VIA University College

Engineering som undervisningsmetode i skolen er kort fortalt karakteriseret ved, at eleverne gennemfører en designproces, der omfatter flere delprocesser: Problemidentifikation, planlægning af en vej frem mod en ud af flere mulige løsninger, afprøvninger, prototypeforbedringer og evaluering af den færdige løsning. Som en del af processen udfører eleverne undersøgelser i samarbejde med andre og inddrager viden om naturfag og matematik samt viden om materialer og fremstillingsprocesser. Eleverne trænes i at lære af egne fejl, i at være systematiske, i at være iterative, i at være åbne over for andres idéer og i at være vedholdende. Arbejdet kvalificerer elevernes forståelse af historiske og etiske aspekter i relation til udvikling og brug af teknologi. Og i at være vedholdende. Arbejdet kvalificerer elevernes forståelse af historiske og etiske aspekter i relation til udvikling og brug af teknologi.

I denne udgave af "Liv i Skolen" præsenteres praksiseksempler på, hvordan denne kortfattede karakteristik af engineering som arbejdsform i naturfag og matematik omsættes til undervisning i både indskoling, mellemtrin, fællesfaglig undervisning i overbygningen, som en éndags event og i naturfagsmaraton. Desuden vil der også

være artikler, som besvarer spørgsmålene: Hvorfor man kan arbejde med engineering i skolen? Hvordan er engineering integreret i nogle kommuners STEAM-strategi? Hvordan kan lærere stilladsere engineeringundervisningsaktiviteter? Og hvordan hænger engineering og teknologisk dannelse sammen?

## HVAD ER ENGINEERING I SKOLEN?

---

Det centrale, som eleverne lærer ved at arbejde med engineering, er selve design processen (EDP) (Cunningham, 2018). I denne artikel vil du kunne læse mere uddybende om EDP-modellen, som eleverne arbejder med, når de løser engineering-udfordringer (Se figur 1).

### Udgangspunkt i et autentisk problem

I engineeringundervisning tager eleverne udgangspunkt i et problem, som "nogen" har - "a real world problem". Der er altså som udgangspunkt indbygget forbindelser fra skolen til omverdenen. Undervisningen er projektorganiseret og problembaseret og inkluderer, at eleverne arbejder i projektgrupper og undervejs tager mange beslutninger selv. Lærerens primære rolle er som rammesætter, konsulent og dialogpartner.

Som et første trin i et engineeringprojekt skal eleverne analysere det problem, som er deres udgangspunkt. Derefter skal de formulere krav til en løsning, og de skal beslutte, hvordan de trinvis og i fællesskab vil arbejde sig frem mod en løsning, der opfylder kravene. Arbejdet er procesorienteret og vil ofte omfatte, at eleverne undersøger materialers egenskaber eller kortlægger, hvordan en given proces forløber - engineering har således mange lighedspunkter med at arbejde undersøgelsesbaseret. Den løsning, eleverne fremlægger, skal være konkret i den forstand, at de kan demonstrere, at den rent faktisk løser problemet og opfylder de opstillede krav. Derfor er arbejdet i høj grad anvendelsespræget.

I processen får eleverne brug for al den relevante viden og de relevante færdigheder, de kan mobilisere. Afhængig af klassetrin og hvad det er for et problem, de arbejder med, vil naturfaglig viden have en fremtrædende plads, ligesom inddragelse af matematik bør være et naturligt skridt. Ideelt set vil naturfagene og matematik tvinges ud af traditionelle roller og indgå i fagligt integrerede forløb.

### Engineering design processen

Det er pædagogisk hensigtsmæssigt at dele engineering design processen op i syv delprocesser. Det er ikke sikkert, at eleverne arbejder sig frem gennem processerne fra den ene til den anden. Det er mere sandsynligt, at der vil være mange tilbageløb og spring mellem delprocesserne. Men forløbet begynder med delprocessen "Forstå udfordringen" (Se figur 1 nedenfor), hvor udfordringen formuleres og analyseres, og - hvis alt går vel - slutter forløbet med delprocessen "Præsentere", hvor resultatet præsenteres, og den gennemløbne proces og den resulterende læring diskuteres.

Engineering design processen opdeles i syv delprocesser, der kan beskrives således:

**Forstå udfordringen:** Læreren præsenterer udfordringen. Elevgrupper og lærer bliver enige om mål og rammer for det kommende arbejde. Grupperne beskriver udfordringen med egne ord.



Figur 1: Engineering Design Proces-modellen med syv delprocesser.

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

**Få idéer:** Elevgrupperne forhandler og vælger idéer, de vil gå videre med.

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

**Konstruere:** Elevgrupperne virkeliggør deres ide til prototype med valgte materialer og redskaber.

**Forbedre:** Elevgrupperne tester, evaluerer og forbedrer prototypen; og udvikler den til deres løsning.

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

I skolen vil engineeringforløb altså udspille sig som projekter, hvor eleverne arbejder med en given problemstilling i et tidsmæssigt afgrænset forløb. Forløbet skal både have en begyndelse med rammesætning og en afslutning med præsentation og evaluering(er).

Derfor har den indledende arbejdsproces, "Forstå udfordringen", og den afsluttende, "Præsentere", didaktisk set en særlig karakter. Det er især i disse to faser, at læreren har muligheden for at give et engineeringforløb autenticitet, vel vidende at det i en klasse foregår på helt andre

## HVAD ER ENGINEERING I SKOLEN?

---

præmisser end i verden uden for skolen. Gennem en diskussion med eleverne af det narrativ, som sætter udfordringen ind i en større kontekst, har læreren mulighed for at sikre, at eleverne i projektet oplever en grad af omverdensautenticitet, som kan virke motiverende og legitimerende. Senere i projektet skulle der gerne opstå en metodeautenticitet, fx i forbindelse med udviklingen af en prototype, men den har læreren mindre direkte kontrol over.

### Er alle med?

I indledningen sikrer læreren sig sammen med klassen, at alle kommer ind i projektet på den rette måde og med den samme opfattelse af, hvad det hele går ud på, og hvad spillereglerne er.

Ideelt set kan man allerede i "Forstå udfordringen" formulere en række specifikationer i form af nogle krav, man bliver enige om, at en løsning skal overholde. Opgaven for eleverne på vej ind i projektet er at trænge til bunds i den autentiske udfordring eller det komplekse af udfordringer, som læreren præsenterer dem for, eller som klassen diskuterer sig frem til i samarbejde med læreren eller med repræsentanter for verden uden for skolen, fx fra en virksomhed.

### Benspænd undervejs

I den indledende proces indgår læreren og klassen en slags kontrakt om, hvad der skal arbejdes med, hvorfor og hvordan. Det udelukker selvfølgelig ikke, at man

undervejs i projektet kan lave en time-out eller på anden vis tage en ny diskussion om formål og rammer i projektet.

I nogle forløb har læreren måske på forhånd planlagt ændringer eller stramninger ved, at der undervejs indføres nye problematikker, eller at der stilles nye og sikkert mere besværlige krav til de løsninger, eleverne arbejder på.

### Afsluttende refleksioner og perspektivering

Ligeledes vil det være vigtigt, at projektet afrundes på en synlig måde, så resultatet af elevernes arbejde bliver belyst gennem en eller anden form for præsentation. Gerne med en autentisk bedømmelse fra nogen, der ikke har deltaget, men kommenterer løsningen på dens egne præmisser. Dette kan være brugerrepræsentanter, som berøres af eller virksomhedsrepræsentanter, som arbejder med den behandlede problemstilling.

I forbindelse med afslutningen på projektet er det derfor vigtigt, at der er tid til, at der både reflekteres over, hvad eleverne har lært fagligt, samt hvordan de lærte det; og over den proces, eleverne har været igennem. Det kan være vanskeligt, men det er nødvendigt, at læreren også snakker med eleverne om udviklingen af deres proceshåndtering og deres proceskompetencer. Endelig må det ikke glemmes, at projektet tager udgangspunkt i den eksisterende omverden. Når eleverne arbejder frem mod

en løsning, arbejder de altså for "nogen", der skal hjælpes eller have løst et problem. For at eleverne kan gøre det tilfredsstillende, skal de dels lære at perspektivere det, de selv laver i forhold til andre mennesker og i forhold til problemer, der rækker ud over skolen, dels skal de lære, at de kan blive stillet over for valg, hvor det er nødvendigt at inddrage overvejelser om, hvornår man gør det 'rigtige' eller det 'forkerte'. Engineering i skolen har altså også en etisk dimension.

### Hvad sker der undervejs?

Mellem projektstart og projektslut arbejder eleverne sammen i grupper for at komme frem til en løsning. Som det fremgår af beskrivelsen af delprocesserne ovenfor, arbejder de sammen om at indhente viden, udvikle idéer, planlægge, konkretisere og konstruere en prototype samt teste og forbedre prototypen. Processen tvinger dem til at håndtere to aspekter samtidig: skaffe sig forudsætninger for at løse udfordringen og at kunne styre processen.

På den ene side arbejder grupperne med at fremskaffe de nødvendige forudsætninger for at komme frem til en løsning. I forbindelse med et forløb på mindre klassetrin kan læreren planlægge forløbet, så det er muligt for grupperne at komme igennem udelukkende ved brug af trial-and-error, men det normale vil være, at det er nødvendigt for grupperne at inddrage brug af naturfaglig og måske matematisk viden. Enten viden de har i forvejen, eller viden de selv skaffer sig, eventuelt ved at læreren

og/eller en ekstern interessent fungerer som faglig konsulent, eller ved at læreren stiller viden til rådighed på anden vis. De kan eventuelt være nødt til selv at skaffe sig viden ved at undersøge fænomener eller materialer, så de må bruge deres naturfaglige undersøgelseskompetencer og selv designe eksperimenter.

### Hvilken viden bruger de til at løse udfordringen?

Kravet om anvendelse af naturfaglig og matematisk viden vil, set fra elevernes synspunkt, kunne begrundes med, at mere relevant viden giver et bedre produkt. Fra læreren side er kravet endvidere pædagogisk begrundet. Engineeringundervisning er en proces, hvor målet jo blandt andet er, at eleverne lærer naturfag og matematik gennem anvendelse af deres viden.

De skal også bruge viden om materialer og fremstillingsprocesser. Viden som de måske ikke har, men som de så må udvikle undervejs. I nogle forløb vil det også falde naturligt, at eleverne bruger metoder fra andre fag, fx håndværk & design.

---

### Litteratur

Cunningham, C. M. (2018). *Engineering in elementary STEM education*. Boston.