

# Målsætning og evaluering i engineering



**Hanne Grøn**, naturfagslærer på Englystskolen, Vejle kommune  
**Peer S. Daugbjerg**, lektor ved læreruddannelsen i Nørre Nisum, VIA UC

I denne artikel kan du læse om, hvordan Hanne arbejdede med mål og evaluering af engineeringaktiviteter.

Syvende klasse har arbejdet med at bygge et apparat, der kan suge papirstumper op. De skulle samarbejde i grupper af 3-4 elever, de havde to halve fagdage til at løse udfordringen. Aktiviteten var inspireret af materiale på Astras hjemmeside, og eleverne havde adgang til materialer som: en lille motor, ledninger, et batteri, formplast og lignende. Derudover blev eleverne opfordret til at medbringe en 1½ l plastflaske.

I fællesskab indkredsede en brainstorm, hvilke dele der var centrale for at opnå sugeeffekt i "støvsugeren". Dette aktiverede elevernes forhåndsviden og identificerede den viden, eleverne manglede for at kunne komme igang. Efterfølgende så 7. klasse en

YouTube video, og grupperne tegnede skitser af deres ideer til en løsning.



Skitser og metodekort fra arbejdet i 7. klasse med at lave en støvsuger.

## MÅLSÆTNING OG EVALUERING I ENGINEERING



Arbejdet i 7. klasse med at fremstille og tilpasse delene til en støvsuger.

Det videre gruppearbejde var overladt til elevernes eget initiativ. I mange grupper blev videoen et centralt omdrejningspunkt for deres løsning, og den blev styrende for elevernes idégenerering. Eleverne arbejdede positivt for at nå et resultat, men der var flere uforudsete udfordringer. Særligt valget af den formbare plast gav eleverne en del praktiske problemer med udformning af rotoren. Det viste sig at være for svært at styre i tilpasningen.

Det var ikke mange grupper, der lykkedes med opgaven set ud fra kravet om at kunne suge papirstumper op. Alligevel havde eleverne fået et udbytte af deres arbejde. De havde undervejs blandt andet opdaget, at alt efter hvilken vej strømmen løb i kredsløbet, så pustede eller sugede deres apparat. De måtte finde på kreative løsninger til at kunne montere deres rotor på motoren og motor i sugeapparatet (se billeder ovenfor). Der skulle samarbejdes, processer skulle gentages og materialer skulle tilpasses flere gange.

Hanne, som underviste på dette forløb, fulgte op på forløbet med et fokus på elevernes eget perspektiv på deres udbytte og motivation. Eleverne vurderede deres faglige udbytte på en skala fra 1 til 5, hvor 1 er ringe og 5 er godt.



Figur 1: Spørgsmål til eleverne om deres faglige udbytte.



Figur 2: Elevernes vurdering af deres faglige udbytte af arbejdet med at bygge en støvsuger.

Ifølge eleverne selv havde de en oplevelse af, at de havde haft et fagligt udbytte (se figur 2). Samtidigt gav eleverne udtryk for, at deres motivation for at være aktivt med at bygge støvsuger var højere end i normal undervisning.

Det understøttes af udtalelser som eksempelvis: "Jeg synes, det var sjovt, fordi man blev udfordret og arbejdede med elektricitet", "Jeg oplevede at opgaverne var udfordrende" og "Det var dejligt at få lov til at udforske og at være kreativ og at designe".

### **Forskellige mål og tilhørende evaluering**

Forløbet viser, hvordan mange mål er i spil i engineeringaktiviteter. Eleverne blev spurgt til deres oplevelse af fagligt udbytte og læring, men også til deres motivation. Dette var det første engineeringforløb for både elever og lærer, hvorfor mål og evaluering var åbent formuleret og knyttet til elevernes oplevelse af forløbet. De mange og forskelligartede mål stiller krav til udvælgelse af mål og krav til valg af evalueringstiltag.

### **Naturfaglige og/eller engineeringfaglige mål**

Indledningsvis kan det være nyttigt at skelne mellem mål knyttet til undervisningsfagene fx natur/teknologi og biologi og så mål knyttet til engineering som en arbejdsform i grundskolen. Man bør gøre sig overvejelser over forskelle og ligheder på 'undersøgelser' i naturfaglig undervisning og i en engineeringaktivi-

tet. I naturfagene er undersøgelse som aktivitet knyttet til udvikling af elevernes undersøgelseskompetence, hvor det i engineering er en af delprocesserne (se artikel 1). Udvikling af elevernes undersøgelseskompetence er således et mål i sig selv i naturfag, hvor det i engineeringaktiviteter er et middel (en arbejdsproces) til at løse en udfordring med. I engineering er der mange praktiske undersøgelser indlejret i arbejdet med at tilpasse og samle de forskellige dele i løsningen.

I de aktuelle beskrivelser af grundskolens fag skelner man mellem færdigheder, viden og kompetencer i målbeskrivelserne af faget. I relation til engineering som arbejdsform i grundskolen kan man sige, at der er færdighedsmæssige mål, som knytter sig til de forskellige processer (få ideer, undersøge, konstruere, etc.) i arbejdet med udfordringen. Til sådanne mål knytter sig løbende evalueringer, der har til hensigt at støtte eleverne i deres arbejde med udfordringen, fx hvordan skitsen hjælper eleverne med at omsætte løsningen i videoen til deres egen løsning. Endvidere er der mere kompetencemæssige mål, som knytter sig til, om eleverne er i stand til at vurdere og forklare, om deres løsning på udfordringen faktisk virker og dermed afhjælper det problem, der er udgangspunktet for udfordringen. Til sådanne mål knytter sig evaluering, som vurderer løsningen i forhold til en række kriterier fx om apparatet kan suge papir op, og som vurderer, hvordan eleverne

## MÅLSÆTNING OG EVALUERING I ENGINEERING

---

har anvendt deres viden og færdigheder i udviklingen af deres løsning.

I relation til det naturfaglige indhold i engineering-aktiviteter er der mål vedrørende både færdigheder og viden, som eleverne kan opnå ved at arbejde med udfordringen. En sådan læring kan være både færdighedsmæssig fx noget om at undersøge sammenhængen mellem motorens rotationsretning og strømmens retning, og videnskabsmæssig fx hvad en luftstrøm er. Til sådanne mål knytter sig evaluering som tydeliggør og dokumenterer elevernes undersøgelsesarbejde, og som vurderer deres forståelse af relevante naturfaglige begreber og fænomener. Disse sidste målkategorier har, som allerede nævnt, ikke været anvendt i det aktuelle forløb.

Generelt skal målformuleringer være med eleverne, så de ved, hvad der skal være udbyttet af engineeringaktiviteten. Endvidere kan målene med fordel nedbrydes så de anviser en progression, fx skal eleverne først forstå en udfordring, så skal de kunne arbejde hensigtsmæssigt med delprocesserne frem mod udvikling af en løsning på udfordringen, endelig skal de kunne præsentere deres løsning, og hvordan de har udviklet den. I almindelig naturfagsundervisning kan en sådan læringsprogression fx være, at eleverne først skal lære et begreb at kende, derefter skal de benytte begrebet til at beskrive et naturfagligt fænomen, hvorfor de skal opstille en undersøgelse, som med brug af begrebet belyser flere

aspekter af fænomenet (Hamza, Sillasen, & Daugbjerg, 2016). Derudover kan eleverne arbejde videre med at perspektivere begrænsninger og muligheder for at beskrive fænomenet med begrebet.

I et engineeringforløb kan relevante vidensmål formuleres på forhånd, da udfordringen giver anledning til at adressere en række naturfaglige fænomener. I ovenstående eksempel kan det være elektriske kredsløb og forskelle i tryk. Men disse naturfaglige fænomener er ikke udtømmende for, hvad eleverne kan komme til at beskæftige sig med, fx er der også en del viden om de anvendte plastmaterialers egenskaber, som kan være relevant, og derfor måske også bør målsættes. Endelig vil enkelte grupper lave forskellige variationer i deres løsninger, som kan åbne for flere naturfaglige begreber og anden viden. Det er denne mangfoldighed af naturfagligt udbytte, der har fået eleverne til at svare, at de har fået et godt fagligt udbytte af forløbet med at bygge en støvsuger (figur 2). Man kan mere detaljeret fastholde elevernes udvikling af deres forståelse af udvalgte og selvvalgte begreber ved, at de gentagne gange i forløbet skal beskrive, hvordan de forstår begreber som eksempelvis elektrisk kredsløb eller luftstrøm.

I relation til engineering kan relevante færdighedsmål formuleres på forhånd, især hvis man har særlige færdigheder i fokus. Det kan fx være elevernes arbejde med at få og udvælge ideer, det kan også være ele-

vernes arbejde med at konkretisere deres løsning, når de skal omsætte ideer til gennemførlige konstruktioner eller kodninger. Hvis man har fokus på at vurdere elevernes progression gennem deres arbejde, så kan de med fordel løbende dokumentere deres arbejdsproces med statusnotater over og billeder af deres aktuelle udfordringer, eller refleksionsnotater over udviklingen af deres naturfaglige færdigheder, etc.

### Jordskælvsikrede huse – endnu en engineeringudfordring i 7. klasse

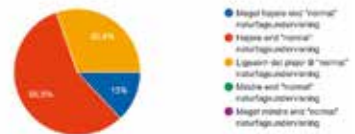
I et andet forløb tog engineeringudfordringen udgangspunkt i jordskælvet i Nepal 2015, og eleverne skulle bygge et hus, der kunne modstå et jordskælv. Forløbet blev brugt som evaluering på et forløb om pladedetektonik i geografi. Målene med engineeringoppgaven var blandt andet - at eleven arbejder motiveret for at løse opgaven, - at eleven kan bruge sin viden om pladedetektonik til at løse opgaven, - at eleven får større viden om, hvordan man kan lave "stærke" konstruktioner - at eleven kan bruge sin fantasi til at løse opgaven. Målene var åbne og orienteret mod både det naturfaglige og engineering.

Opgaven eleverne skulle løse var at bygge et hus der kunne modstå et "jordskælv" svarende til 6 på Richterskalaen. Derudover var der krav til materialeforbrug og minimumshøjde, som yderligere udfordringer kan der stilles krav til funktionalitet og æstetik. For at kunne undersøge dette hentede eleverne en app til deres

mobiltelefoner, som skulle fungere som Richterskala på rystebordet, hvilket gav eleverne en fysisk oplevelse af skalaen.

Hvordan har du oplevet, din motivation for at være aktivt deltagende i undervisningen?

23 svar

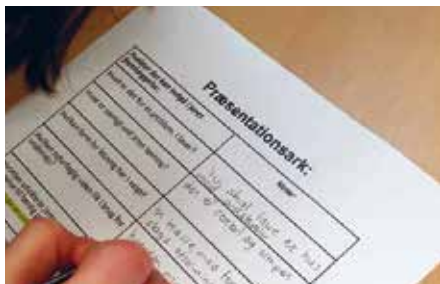


Figur 3: 7. classes elevs motivation for at deltage i engineeringforløb om jordskælvsikrede huse.

Eleverne angiver generelt en højere motivation for at deltage i denne undervisning tilrettelagt efter engineeringprincipper end almindelig naturfagsundervisning. Dette afspejlede sig i elevernes aktive arbejde med at bygge jordskælvsikrede huse.

Afslutningsvis skulle eleverne præsentere deres konstruktioner samt reflektere over den valgte løsning og overvejelser omkring konstruktion, herunder hvilken naturfaglig viden de havde brugt undervejs, og hvilken betydning det vil have samfundsmæssigt, etisk, socialt og økonomisk at bygge jordskælvsikkert. Flere grupper måtte undervejs forbedre deres design efter at have afprøvet huset på rystebordet, og kun en enkelt gruppe fastholdt samme design før, under og efter deres afprøvninger. Derudover brugte eleverne tid på at sætte sig ind i levevilkår i Nepal samt vurdere muligheder og begrænsninger for at bygge jord-

## MÅLSÆTNING OG EVALUERING I ENGINEERING



7. classes elever arbejder med konstruktion af jordskælvsikrede huse.

skælvsikrede huse og Hanne og eleverne fik talt om, hvad modeller kan i forhold til "fuld skala".

I dette forløb var der en klar problemstilling, som både indeholdt naturfaglig viden

og færdigheder samt engineeringudfordringer. I elevernes afsluttende præsentation var kravene til begrebsforståelse blevet uddybet i form af tydelige forventninger til elevernes faglige argumentation. Eleverne skulle vise, at de havde forståelse for problemet. Det blev vist på mange måder – mere eller mindre uddybet. Nogle elever kunne inddrage deres viden om pladetektonik og Richterskala. Andre elever vidste, at mange mennesker var kommet til skade i jordskælv. Derudover skulle eleverne fortælle om deres proces og design overvejelser. Efterfølgende svarede eleverne på et spørgeskema om deres oplevelse af arbejdet med jordskælvsikrede huse- fx vurderede de deres arbejde i de forskellige delprocesser fx konstruere.

### Evaluering af kompetencer

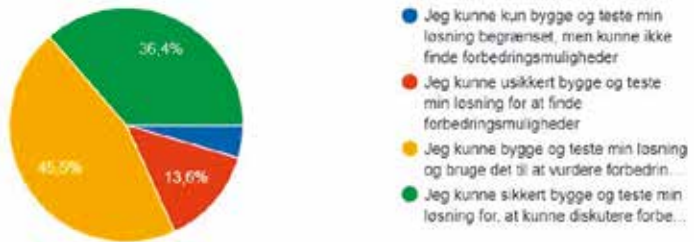
#### - Kompetenceudvikling / kompetencemål

Engineering-arbejdsformen lægger op til, at eleverne arbejder selvstændigt og udvikler deres idéer ud fra deres forhåndsviden eller den viden, de tilegner sig undervejs i deres arbejde med udfordringen.

Elevernes viden kan testes med test om forståelse af begreber og fænomener, men indsigt i elevernes kompetenceudvikling har været sværere at identificere tydeligt i de præsenterede forløb. I forbindelse med elevernes arbejdsproces og afsluttende refleksioner kan man generelt gennem samtale få indsigt i elevernes tanker og handlinger i arbejdet med opgaveløsnin-

## Hvordan vurderer du dit arbejde med at "bygge en prototype"?

22 svar



Figur 4: Elevernes oplevelse af at lave en prototype af et jordskælvsikret hus.

gen. Eleverne skrev efter jordskælvsforløbet i det afsluttende spørgeskema blandt andet: "Virkeligt fedt og spændende og dejligt at arbejde nytænkende", "At det kan lade sig gøre at bygge et jordskælvsikret hus af sugerør, tape og fundament" og "Jeg synes, det var lidt kedeligt nogle gange, men det var sjovt på den måde, at vi ikke bare skulle sidde og kigge ned i bog og lave opgaver". Elevernes egen oplevelse af deres arbejde (figur 4) tyder på generel tilfredshed med deres eget arbejde. Meget få angiver, at de føler sig usikre på deres løsning af den stillede opgave.

Det er sjældent, at eleverne selv fortæller om deres proces særligt detaljeret, men med nysgerrige spørgsmål til elevernes tanker og handlinger kan man få vigtig viden om elevernes erfaringer og refleksioner undervejs. Eksempelvis: "På

baggrund af jeres erfaringer med konstruktion, hvad vil jeres tre vigtigste råd til byggeri i jordskælvszoner være?" eller "Hvad var årsagen til, at I valgte at ændre til denne konstruktion?" Det er vigtigt, at eleverne ved, at man må begå fejl, og at ikke kun det der lykkes er vigtigt. Ofte svarer elever, at "de bare gjorde det fordi det virkede". Eleverne kan ikke nødvendigvis sætte ord på "hvorfor", men ved hjælp af spørgsmål kan man gå lidt dybere ind i, hvilken viden de handlede på baggrund af, og eleverne kan dermed blive mere bevidste om deres læring.

Engineeringaktiviteter kræver, at eleverne bruger deres naturfaglige viden og færdigheder til at løse konkrete opgaver, samt reflekterer over deres opgaveløsning. Sådan at konkret anvendelse af viden og færdigheder kan vise elevernes



## MÅLSÆTNING OG EVALUERING I ENGINEERING

aktuelle kompetenceudvikling. Evaluering af kompetenceudvikling er således dels en konkret løsning på en opgave, dels elevernes dialog med lærer og andre elever om løsningen og dens udarbejdelse (Binau & Norrild, 2017). For at hjælpe sig selv kan man som lærer udvælge nogle fokuspunkter i form af særlige tegn, man vil være opmærksom på. Det kan være elevernes brug af fagbegreber, om hvad der er elektrisk ledende og hvad, der ikke er. Det kan også handle om afprøvning af deres prototype, hvor systematiske er de med kun ændre en variabel ved hver afprøvning, og hvor gode er de til formulere forventninger samt konkludere på deres afprøvninger?

### Afslutning

I arbejdet med målsætning og evaluering viser de præsenterede eksempler både naturfaglige og engineeringmetodiske elementer. De præsenterede elevselvevalueringer (figur 2, 3 og 4) peger ikke på specifikke naturfaglige begreber og fænomener, men dokumenterer sammen de anførte elevcitater, hvordan engineering som arbejdsform kan engagere eleverne i at arbejde med naturfaglige fænomener og begreber. Elevernes positive oplevelser af kombinationen af konkret opgaveløsning og dialog om både arbejdet og løsningen peger på, at engineering skaber gode muligheder for at målsætte og evaluere kompetencer jf. Binau og Norrild (2017) ovenfor om konkret anvendelse af færdigheder og viden.

Dette kommer tydeligst frem i kravene til elevernes præsentationer. Det er her, de skal redegøre for deres arbejde og deres valg af løsning, det er her, de skal bruge deres naturfaglige forståelse til at forklare løsningens virkemåde dvs. husets stabilitet eller støvsugerens sugeevne. Samlet set gav Hannes evalueringer af eksempelvis husforløbet hende en vurdering af, at elevernes i deres proces og præsentation:

- bruger fantasien til at finde løsninger inden for betingelserne
- arbejder motiveret og lystbetonet med at løse udfordringen
- konstruerer og forbedrer
- fx får en fornemmelse af Richterskalaen og konstruktionens betydning for bygningens stabilitet
- argumenterer for løsningen og tankerne bag konstruktionen
- perspektiverer deres arbejde til virkeligheden
- mangler at aktivere deres fagsprog

Denne opsummering viser, at selvom engineeringprocesserne var de mest synlige undervejs i de præsenterede forløb, så træder de naturfaglige mål med tilhørende evaluering frem under elevernes præsentationer. Eksemplerne viser således, at rammesætning af mål og evaluering kan medvirke til at bevidstgøre lærer og elever om udbyttet af det gennemførte forløb.

**Referencer**

Binau, C. F., & Norrild, P. (2017). Guide til fælles mål i naturfag. Kbh.: Nota.

Hamza, K., Sillasen, M. K., & Daugbjerg, P. (2016). Læringsprogression kan bruges til at styrke datakulturen i skolen! *Liv i Skolen*, 18(1), 52–61.