

# Fang Solens energi

3.-4. klasse, natur/teknologi

Lærervejledning

Solen udsender så meget energi, at den energi der kommer fra Solen på bare én time, kan dække hele Verdens energiforbrug i et helt år.

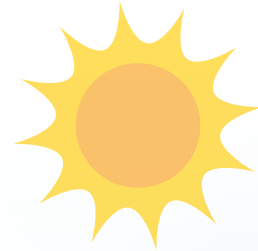
Energi fra Solen er vedvarende. Det vil sige, at det er en ressource, som ikke slipper op. Derfor arbejdes der med at udvikle teknologi, der kan fange mere af Solens energi, så vi ikke behøver at bruge fossile brændstoffer som gas, kul og olie, som alle udleder store mængder CO<sub>2</sub> til atmosfæren.

## Udfordring og krav

I skal udvikle en prototype, der kan opvarme vand ved hjælp af Solens stråling.

Man skal kunne måle vandets temperatur uden at skille prototypen ad, og prototypen skal kunne indstilles efter Solens placering på himlen.

Engineering  
i skolen



# Fang Solens energi

Velkommen til et undervisningsforløb i engineering-baseret klimaundervisning.

Formålet med undervisningsforløbet er, at eleverne gennem en stilladseret engineering designproces får erfaring med selv at udvikle løsninger på autentiske udfordringer med teknologisk og naturfagligt indhold.

Forløbet fokuserer på tiltag, som konkret kan løse eller afbøde effekterne af klimaforandringerne. Undervisningsforløbet er virkelighedsnært og anvendelsesorienteret, og naturfagligt indhold inddrages i en problembaseret læringsproces.

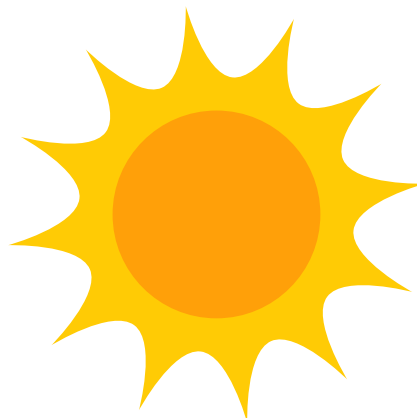
Det er hensigten, at forløbet viser eleverne, at det er muligt at handle på mange måder, og at forløbet fremmer deres handlelyst, innovation og handlekompetence.

Engineering-forløbet vil desuden understøtte elevernes udvikling af kompetencer som samarbejde, undersøgelse, ideudvikling, modellering, perspektivering og kommunikation.

Find materialerne på [engineeringiskolen.dk](http://engineeringiskolen.dk)

## Indhold

FORLØBETS RAMME.....	6
Undervisningsmål.....	6
Beskrivelse af STEM-problemfelt.....	6
Engineering-udfordring og produktkrav ...	7
Materialeliste .....	8
Kort introduktion til forløbet.....	9
Didaktiske overvejelser før, under og efter .....	10
FORLØBSGENNEMGANG .....	12



Udarbejdet af Elzebeth Wøhlk, Københavns Professionshøjskole og Nina Ahnstrøm, Engineer the Future. Tak til eleverne på Kastrupsgårdsskolen og Løjtegårdsskolen for at være med til at afprøve materialet. Tak til Niels Radisch fra Rambøll for at medvirke i ekspertfilmen.

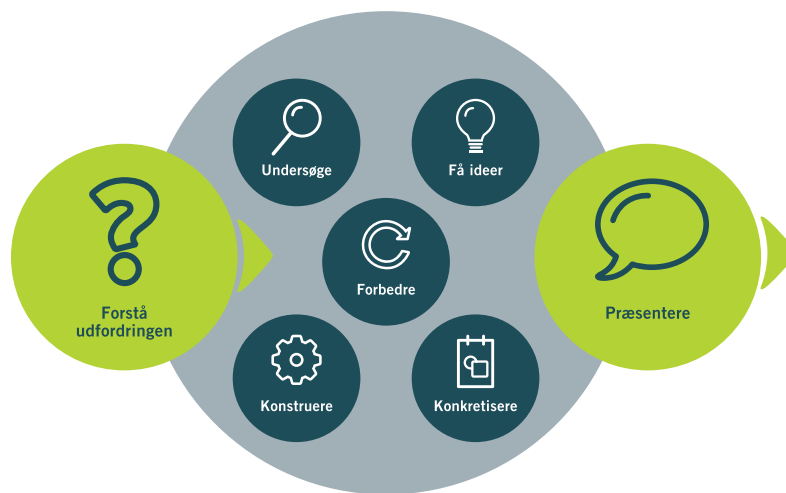
Engineering-baseret klimaundervisning er udviklet i samarbejde mellem Engineer the Future og Københavns Professionshøjskole, finansieret af VILLUM Fonden.

# Engineering

## Engineering designprocessen

Engineering designprocessen er beskrevet i engineering-didaktikken som er udviklet som en del af programmet 'Engineering i skolen'. Den bygger på ingeniørernes arbejdsmetode, som er 'oversat' til denne engineering designproces, og didaktisk tilpasset elever i grundskolen.

Engineering designprocessen indeholder syv delprocesser, som er med til at strukturere og stilladse elevernes arbejdsproces, og sikre, at eleverne både udvikler naturfaglig kompetence, kommer i dybden med relevant fag-fagligt stof og samtidig har fokus på fx samarbejde og feedback.



### Delprocesserne kort beskrevet

Erfaringer fra praksis har vist, at elever tilgår de fem delprocesser i midten meget forskelligt. Derfor er der ingen pile, som angiver en foretrukket 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, de får brug for. De skaffer og tilegner sig viden.

**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 fordele 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 løsning, overvejelser om designprocessen og valg truffet undervejs.

## Lærerenes rolle

Engineering-aktiviteter udfordrer traditionelle måder at tilrettelægge og gennemføre natur/teknologi-undervisning på, da engineering er organiseret som problemorienteret projektarbejde. Dermed ændres lærerens rolle så den i højere grad understøtter elevernes arbejde gennem den iterative designproces. Læreren knyttet til projektorienterede arbejdsformer karakteriseres ofte som facilitatoren, der hjælper elevgrupper med at definere og nå et fælles mål. Til dette arbejde stilladser læreren elevgruppernes arbejde med forskellige strategier koblet til engineering designprocessen.

God og velovervejet stilladsering bidrager til at styrke elevernes udbytte, og kommer i materialet bl.a. til udtryk gennem elevark og slides. Når et engineering-forløb lykkes, vil eleverne opleve, at engineering skaber en relevant og varieret undervisning, som hjælper dem til at forstå fagernes faglighed i forhold til en autentisk problemstilling, som er meningsfuld for eleverne.

### Designprocessen som metode

Som udgangspunkt skal eleverne allerede fra begyndelsen have forståelse for, at de kommer til at arbejde med en række specifikke og sammenhængende designprocesser. Det kan være en fordel at tydeliggøre, at selvom processerne er bestemt på forhånd, er der inden for de enkelte processer en høj grad af frihed ift. gennemførelse, og hvad de vælger at tage med videre til den næste proces. Forståelsen af at følge engineering designprocessen vil styrke eleverne i andre tilsvarende designforløb og derved øge forløbets metodiske transferværdi.

### Fokus på delprocesserne

Det er vigtigt, at eleverne undervejs informeres om, hvilken delproces de arbejder med og at delprocessens relevans ift. at løse udfordringen tydeliggøres. Altså hvornår de undersøger, hvornår de konkretiserer, hvornår de konstruerer osv., så de får en oplevelse af, at processen

er iterativ, men samtidig fremadskridende. Det bidrager også til elevernes forståelse af, at den viden, de bringer med fra tidligere delprocesser, er vigtig og bliver anvendt. Endelig er forbedring gennem gentagelse af processer, en væsentlig didaktisk pointe når eleverne er i en designproces. Det kan derfor være fornuftigt at tale med eleverne om, at de kan komme til at gentage delprocesser eller springe tilbage til en tidligere delproces for at udvikle en bedre løsning.

For at fastholde, at eleverne skal finde deres egen løsning på udfordringen, er det en balance som lærer, at stilladser eleverne til at undersøge muligheder ved at stille åbne spørgsmål fremfor at give dem løsningsforslag.

Det er også lærerens opgave at have fokus på samarbejdet i elevgrupperne. Nogle grupper kan have fordel af at få tildelt roller, som kan skifte i løbet af dagen. Dermed kan fx pige-drengstereotyper udfordres i et gruppearbejde hvor køn ellers ofte er med til at definere hvordan arbejdsopgaverne bliver fordelt.

### Forberedelse øger udbyttet

Det vil øge elevernes udbytte af forløbet, hvis du gennemlæser det samlede materiale og reflekterer over, hvordan du i de forskellige delprocesser kan facilitere elevernes proces gennem åbne spørgsmål og yderligere rammesætning.

Du kan evt. også selv afprøve de elevaktiviteter, som du vurderer, vil udfordre dine elever undervejs.

## Klimaundervisning

Engineering-baseret klimaundervisning er undervisning i skolens naturfag, der fremmer børns evne til at:

1. forstå konkrete klimarelaterede problemer og
2. finde ud af, hvad man sammen kan gøre ved dem.

I engineering-baseret klimaundervisning faciliterer læreren elevernes egne undersøgelser, egne løsningsforslag og egne konstruktioner af prototyper af teknologier, som kan løse konkrete problemer eller afbøde effekter af klimaforandringer. Engineering-baseret klimaundervisning har en intention om at give eleverne håb, selvtillid og mod på i fællesskab at gøre en forskel for det samfund og den verden, vi alle sammen er en del af.

### Hvordan bruges klimaforløbet og hvad består det af?

Dette er et ud af syv klimaforløb, der udvikles frem til 2024. Undervisningsforløbene skal give eleverne en oplevelse af handlekompetence ift klimaudfordringer. Derfor sigter de mod at fremme elevernes handlelyst, innovation og handlekompetence. Forløbene understøtter elevernes udvikling af kompetencer som samarbejde, undersøgelse, ideudvikling, modellering, perspektivering og kommunikation.

### Klimaforløbet består af:

- Lærervejledning med detaljeret forløbsgennemgang
- Elevark
- Centrale faglige begreber og Samtalekort
- Slides målrettet elever, inkl. video, hvor en klimaekspert præsenterer en engineering-baseret klimaudfordring
- Lærernoter i slides, der hjælper læreren med at gennemføre forløbet.



# Forløbets ramme

## Klassetrin

3.-4. klasse

## Antal lektioner

12 lektioner á 45 minutter.

## Undervisningsmål

Dette undervisningsforløb er primært målrettet natur/teknologi i 3.-4. klasse, og undervisningsmålene er derfor formuleret med henblik på at eleverne udvikler færdigheder og viden inden for de naturfaglige kompetenceområder. Der er et særligt fokus på færdigheds- og vidensområderne 'Undersøgelser i naturfag' og 'Vand, luft og vejlr'. Der er formuleret følgende undervisningsmål for forløbet:

- Eleverne kan undersøge egenskaber ved Solens stråling og dens betydning for opvarmning på baggrund af egne forventninger.
- Eleverne kan ud fra resultater af egne og klassens fælles undersøgelser designe og konstruere en teknologisk løsning, der kan opvarme vand ved hjælp af Solens stråling.
- Eleverne kan fortælle om betydning af samfundets brug af teknologi, der er baseret på udnyttelse af Solens stråling.

Undervisningsmålene er udtryk for de væsentligste intentioner og læringspotentialer, som forløbet forventes at indfri hos eleverne. Det betyder ikke at eleverne ikke vil lære meget andet af forløbet, men at netop de tre målsætninger tydeligt går igen og er metastilladseret (Læs eventuelt mere i engineering-didaktikken på [engineeringiskolen.dk](http://engineeringiskolen.dk)) i både elevark og i de forskellige opsamlings der i slideshowet. Det har vi gjort systematisk, for at understøtte at eleverne løbende er bevidste om egen læring, og for at du som lærer kan nemt kan anvende mål og undervisningsaktiviteter som et formativt evalueringsredskab.

## Beskrivelse af STEM-problemfelt

Verdens energiforbrug er stigende, og det har den konsekvens, at der udledes en stigende mængde CO<sub>2</sub> på verdensplan. CO<sub>2</sub>-udledningen stammer bl.a. fra afbrænding af fossile brændstoffer i forbindelse med el-produktion og transport, hvilket medfører, at den globale temperatur er stigende med alvorlige konsekvenser for klima og natur.

Der arbejdes derfor med at udvikle energiteknologier, der baserer sig på energikilder, der udleder mindre CO<sub>2</sub>, bl.a. ved at udnytte vedvarende energikilder som sol, vind og vand. I Danmark er teknologi til udnyttelse af vindenergi dominerende, mens potentialet for udnyttelse af Solens energi stadig er stort.

Solens stråling udnyttes fortrinsvist til el-produktion i solceller samt i mindre omfang til produktion af varmt vand i solfangere. Dette forløb har fokus på solfangere, da det er den simpleste af de to teknologier og derfor mest relevant for målgruppen.

En solfanger består af en isoleret kasse, der typisk sættes på et hustag eller et stativ, orienteret mod Solen. I kassen ligger rør, der er ført, så det dækker overfladearealet bedst muligt, og kassen er sort for at absorbere mest muligt af Solens stråling. Gennem røret føres vand, som forbindes med en varmeveksler i huset, så den ønskede temperatur i brugsvandet kan opnås. En pumpe sørger for, at vandet i systemet cirkulerer med en bestemt hastighed.

Den mest optimale solindstråling på solfangerne i Danmark opnås ved en hældning på 40-45 grader ift. vandret, da det gennemsnitligt over året er den vinkel, hvor Solens stråling rammer solfangeren mest direkte.

Af andre teknologier, der udnytter Solens stråling, kan nævnes en solovn og et soltårn. Disse teknologier er begge baserede på absorption og refleksion af Solens stråling til direkte opvarmning af materialer.



Solovn.

## Engineering-udfordring og produktkrav

Eleverne skal udvikle en prototype, der kan opvarme vand ved hjælp af Solens stråling.

Man skal kunne måle vandets temperatur uden at skille prototypen ad, og prototypen skal kunne indstilles efter Solens placering på himlen.



Soltårn.

## Materialeliste

- Stort papir (A3)
- Tusser
- Plastslange fx Ø 6/9 mm (indre/ydre diameter)
- Plastposer 4 L
- Termometer til hver gruppe, der kan bruges til at måle vands temperatur
- Gaffatape
- Malertape
- Glas til forsøg med vand, fx engangsglas eller bægerglas, skal være gennemsigtig
- Måleglas 10 mL og 200 mL
- Farvet papir
- Skum/flamingo
- Papkassepap
- Stanniol
- Akvarium
- Balje/spand
- Syltetøjsglas
- Frugtfarve
- Stopur

### Supplerende materialer

- Små papkasser
- Grillspyd
- Engangsplast (fx bakker, krus)
- Foliebakker
- Engangspipetter
- Kompas





## Kort introduktion til forløbet

I forløbet 'Fang Solens energi' arbejder eleverne ud fra deres egne erfaringer om, at Solens energi kan bruges til at opvarme genstande samt at genstande med forskellige farver får forskellig temperatur, når de udsættes for Solens stråling. Det faglige grundlag er en drøftelse af, at Solens energi er vedvarende, og ved at bruge teknologier, der udnytter solenergi, bidrages ikke (eller mindre) til den stigende globale gennemsnitstemperatur og de afledte problemstillinger.

Det leder frem mod udfordringen, hvor eleverne skal udvikle en teknologi til at opvarme vand

ved hjælp af Solens energi. De skal bruge engineering designprocessen til dette.

Eleverne undersøger betydningen af en beholders form, farve, hvad vej den vender og andre faktorer, og de genererer ideer, der kan lede dem på sporet af deres egen konstruktion, der kan opvarme vand ved hjælp af Solens energi. Elevernes undersøgelser foregår både indenfor og udenfor.

Afslutningsvis præsenterer eleverne deres løsninger for hinanden, og de reflekterer igen sammen over, hvad det kan betyde for Verdens energiforbrug, hvis Solens energi i højere grad bliver udnyttet til fx opvarmning af vand.

Lektionsnummer	Indhold	Delproces
1-2	<b>Introduktion og rammesætning af problemfelt og udfordring</b> Kort intro til 'Fang Solens energi' – slides og samtale. Introduktion til engineering designprocessen. Kender I det selv – øvelse om Solens betydning for alt liv på Jorden (se slides). Ekspertfilm inkl. udfordring og krav. Samtalekort: Hvor kan solopvarmet vand bruges?	Forstå udfordringen Undersøge
3-4	<b>Undersøg Solens stråling</b> Kort intro og repetition fra sidst – engineering designprocessen og udfordring/tema. Elevark 1, 'Solen varmer'.	Undersøge
5-6	<b>Fælles undersøgelse og ideprocesser</b> Elevark 2, 'Varmt vand og koldt vand'. Elevark 3, 'Få ideer'. (Evt. begynde at konstruere).	Undersøge Få ideer Konkretisere
7-8	<b>Arbejde med prototype</b> Elevark 4, 'Konstruere og Forbedre'. Mens eleverne venter på resultater: Elevark 5, 'Hvilken vej skal den vende?'.	Konstruere Forbedre Undersøge
9-10	<b>Konstruktion, test og forberedelse af præsentation</b> Elevark 4 fortsat – byg flere prototyper, test ift. krav. Mens eleverne venter på resultater arbejder de med Elevark 6, 'Præsentation af jeres prototype'.	Konstruere Forbedre Præsentere
11-12	<b>Den endelige afprøvning og præsentation</b> Prototyper stilles til afprøvning. Gør klar til præsentation og herefter præsenterer eleverne. Afrunding ift. narrativ, udfordring og klimaperspektiv.	Præsentere

## Didaktiske overvejelser før, under og efter

### Før

'Energí' er et centralt begreb for dette forløb. Hvis klassen har arbejdet med 'energí' tidligere, så kan det være en fordel at aktivere deres forhåndsviden ved fx at genopfriske det tidligere undervisningsforløb, og hvordan I brugte begrebet her.

Hvis ikke klassen har arbejdet med 'energí' tidligere, så kan det være en fordel at overveje, på hvilken måde, begrebet bedst kan introduceres, evt. med hensyn til, hvordan eleverne i fremtidige undervisningsforløb skal arbejde med 'energí'. Fx i forbindelse med arbejdet med elektriske kredsløb, energí og ressourcer i hjemmet, affald og genbrug samt motion og måltider. Energí er et abstrakt begreb, og der kan med fordel anvendes konkrete og kontekstbundne forklaringer, da en egentlig definition af energibegrebet først introduceres i udskolingen.

Forløbet er tilrettelagt sådan, at det kan gennemføres på 12 lektioner á 45 minutter fordelt over seks gange. Det kan være en fordel med mere sammenhængende tid, så overvej om der kan byttes eller samles lektioner. I den vejledende timeplan for 4. klasse har årgangen 3 ugentlige lektioner, og forløbet vil derfor kunne gennemføres på 3-4 uger.

Forløbet bør placeres i en solrig periode på skoleåret. Forløbet kan gennemføres, selvom der er overskyet, men regnvejr besværliggør undersøgelserne udendørs. Vindueskarmer/store vinduespartier kan bruges til undersøgelserne.

Det er en fordel at gennemføre forløbet i et faglokale. Der skal være adgang til vand samt en nem mulighed for, at eleverne kan veksle mellem at være inde og ude, når undersøgelserne gennemføres og prototyperne testes.

Saml gerne alle materialer sammen før forløbet starter. Eleverne kan eventuelt samle genbrugsmaterialer sammen til klassen et par uger inden start.

Print alle elevark, og sæt dem sammen i et kompendium eller en mappe. Overvej om alle elever skal have et eksemplar af elevarkene, eller om de skal deles om et sæt pr. gruppe, samt hvordan de gemmer deres fælles noter fra gang til gang.

Elevarkene er lavet som skrivbare pdf'er. Hvis eleverne er vant til at håndtere digitale filer, kan de derfor med fordel udfylde dem digitalt og gemme dem på fælles drev.

Klassen skal inddeles i grupper på en sådan måde, at eleverne kan supplere hinanden både fagligt og socialt. Det anbefales at gruppernes størrelse er 3-4 elever.



### Under

Undervejs må de enkelte aktiviteter tilpasses ift hvor langt eleverne nåede sidst samt om der er noget ved dagens vejrudsigt, der peger på, at aktiviteter med fordel kan byttes om.

De 'Centrale faglige begreber' kan printes og hænges op i klassen under hele forløbet:

- Energi
- Energiforbrug
- Fossile brændsler
- Vedvarende energi
- CO<sub>2</sub>
- Global opvarmning
- Temperatur
- Varme
- Lys
- Reflektere
- Absorbere
- Overflade
- Stråling

Overvej, hvor elevernes prototyper kan opbevares mellem lektionerne. Det er en fordel, hvis eleverne tømmer dem for vand mellem undervisningsgangene.

Se forløbsgennemgangen for yderligere didaktiske overvejelser og pointer.

### Efter

Overvej, hvad der skal ske med elevernes teknologier, når forløbet er færdigt. Skal de fx gemmes og tages frem næste gang, eleverne skal arbejde med (vedvarende) energi, klima, bæredygtighed, miljø eller andet? Skal de udstilles et sted på skolen? Må eleverne tage dem med hjem?



# Forløbsgennemgang

## Lektion 1-2



### INTRODUKTION OG RAMMESÆTNING AF PROBLEMFELT OG UDFORDRING

1. Undervisningsforløbet indledes i denne lektion med de første slides i præsentationen, der omhandler energi fra Solen. Eleverne introduceres til engineering designprocessen.
2. Klassen går sammen udenfor og mærker, hvordan det føles, når stråling fra Solen rammer huden (se instruktion i slides). Dette danner udgangspunkt for en aktivering af elevernes konkrete erfaringer med Solens lys og varme. Som opsamling på elevernes observationer udendørs kan I fx:
  - Indtegne på en tegnet menneskekrop, hvor varmen mærkes (foran og bag på kroppen).
  - Skrive et digt (fx haikudigt) eller en anden kort tekst.
  - Samtale i klassen om, hvordan lyset og varmen blev oplevet, samt hvilken betydning vinden har. Tal også om, hvordan varmen føles forskellig på fx en murstensmur, asfalt og græs.
3. Efterfølgende gennemføres første elevaktivitet i grupper, 'Kender I det selv?' (instruktion i slides), og gruppernes tegninger hænges op i klassen.
4. Derefter vises ekspertfilmen, der hører til undervisningsforløbet og eleverne præsenteres for udfordringen.
5. Eleverne arbejder afslutningsvist med de seks samtalekort. De deles ud til hver gruppe, som fx skiftes til at trække et kort og diskutere kortets spørgsmål. Hver gruppe kan skrive 1-3

ideer/svar på hvert kort. Afslut evt. med en runde, hvor eleverne skal komme med deres egne forslag til, hvor solopvarmet vand kan bruges.

6. Lektionerne afrundes med en fælles drøftelse af, hvorfor det kan være en fordel, hvis vi kan udnytte energien fra Solen.

### Forberedelse

- Find materialer frem – papir og tusser/farver samt noget til at hænge tegningerne op med.
- Find et sted, hvor klassen kan komme udenfor og mærke Solens stråling. Gerne et sted, hvor de kan sidde eller stå spredt og få en stille stund med refleksion.
- Hæng evt. en plakat med engineering designprocessen op på en opslagstavle i klassen og sørg for, at slideshowet kan vises.
- Print de centrale begreber ud og hæng op i klassen, så de er der under hele forløbet.
- Udskriv arket med de seks samtalekort til hver gruppe og klip dem ud.



### Lektion 3-4



#### UNDERSØG SOLENS STRÅLING

1. Lektionerne indledes med en kort intro og repetition fra sidst med fokus på engineering designprocessen, problemfeltet og udfordringen. Brug gerne slideshowet og elevernes tegninger fra sidst.
2. Eleverne arbejder herefter med Elevark 1, 'Solens varmer' der består af tre undersøgelser.

Eleverne kan stille én undersøgelse op, mens de venter på resultaterne fra en anden, udføre undersøgelserne en ad gangen eller vælge to undersøgelser ud. Aktiviteten kan også organiseres som værkstedsaktivitet, hvor materialerne til hver undersøgelse er stillet frem på borde og eleverne roterer mellem de tre værksteder.

3. Efter undersøgelserne samles der fælles op på klassens nye viden.

#### Forberedelse

- Find materialer frem (se materialelisterne på Elevark 1, side 2-4).
- For at eleverne kan lave korrekte temperaturmålinger laves en termometerklods således: Skær et stykke flamingo på ca. 5 x 5 cm, og lav en rende i den ene side, hvor termometeret kan placeres. På den måde kan termometeret placeres mod en overflade og undgå at måle omgivelsernes temperatur. Forbered en klods til hver gruppe.



- De papstykker, eleverne skal bruge, kan evt. være klippet ud på forhånd.



- Vandet eleverne skal fylde deres beholdere med, i den tredje del af undersøgelsen, skal gerne stå i fx en balje eller en spand. Det sikrer, at slangerne er lettere at fylde med vand, og at vandet ikke er iskoldt fra vandhanen, da det vil give et forkert indtryk af, hvor varmt Solens stråling rent faktisk kan få vandet på bare 10-20 minutter.
- Slangerne klippes i fx 0,5 m længde eller der kan lægges en pind, eleverne kan måle efter, når de klipper.

## ... Forløbsgennemgang

### ELEVARK 1, 'SOLEN VARMER'

#### Eleverkets formål

Eleverne skal undersøge, hvad der har betydning for, hvor varmt vand kan blive. Undersøgelsen består af tre delundersøgelser.

1. 'Farver' – hvor eleverne undersøger hvilke farver der bliver varmest når de lægges i solen.
2. 'Send lyset videre' – hvor eleverne undersøger hvordan vand kan varmes op med stråling fra Solen.
3. 'Størrelsen på overfladen' – hvor eleverne undersøger, hvordan vand i forskellige beholdere bliver varmet op.

#### Didaktiske overvejelser

Vurder, hvordan undersøgelserne bedst præsenteres for klassen. Lav fx en fælles gennemgang eller lad grupperne læse undersøgelserne igennem selv. Overvej, om grupperne skal præsenteres for alle tre delundersøgelser på én gang, eller om de skal gennemføre undersøgelserne en ad gangen. Når en delundersøgelse er sat i gang, kan en ny delundersøgelse påbegyndes for at udnytte ventetiden.

Undersøgelserne kan udføres indenfor i en vindueskarm eller udenfor. Læg ikke det farvede papir på fliser eller asfalt, da temperaturen fra disse vil forstyrre forsøget.

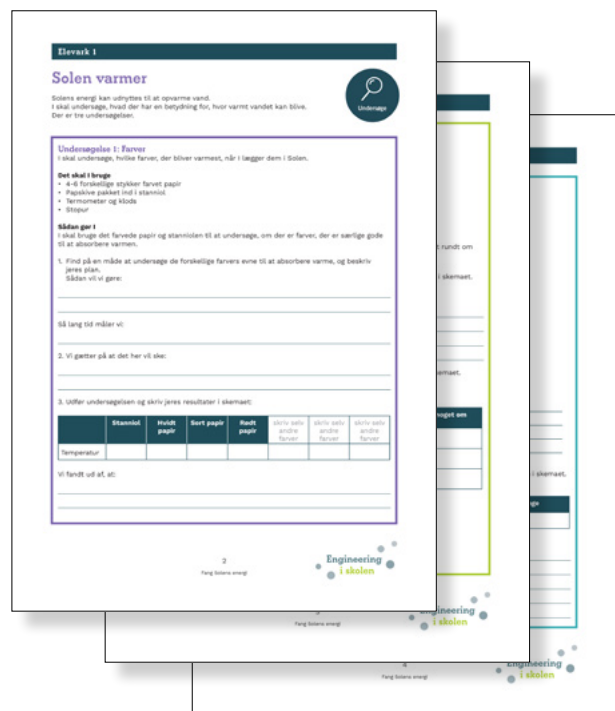
#### Opsamling og pointer

Der er et slide, der understøtter opsamling efter undersøgelsen. Snak med eleverne om, hvorfor det er vigtigt at være systematisk og opsamle data, når man laver en undersøgelse.

Saml op på elevernes nye viden, fx ved at skrive sammen på tavlen under overskriften "klassens fælles viden".

Eleverne vil typisk erfare:

- sort papir bliver varmest end hvidt papir
- stanniolfolie reflekterer Solens stråling
- beholder med en større overflade bliver varmest.



### Lektion 5-6



#### FÆLLES UNDERSØGELSE OG IDEPROCESSER

1. Lektionen starter med en opsamling af udfordringen og undersøgelserne fra sidste gang. Brug gerne slideshowet og elevernes tegninger. Hvis "klassens fælles viden" er blevet slettet, så skriv det igen, så eleverne kan bruge det, når de skal i gang med at få ideer.
2. Elevark 2, 'Varmt vand og koldt vand', gennemføres som en fælles undersøgelse for klassen.
3. Herefter skal eleverne finde på ideer til at løse udfordringen. De skal også tænke over, hvilken situation deres ide skal bruges til. Hvis det er solskin udenfor, kan eleverne evt. finde på deres ide ude i solen; dette kan hjælpe deres ideer på vej. Eleverne finder på ideer hver for sig, hvorefter de mødes i grupperne og drøfter deres ideer. Eleverne kan tegne hver deres ide på et blankt A4-ark, så de har noget at fortælle ud fra og at spørge ind til ved de andre i gruppen.
4. Herefter skal grupperne udvælge en ide i fællesskab, som de vil arbejde videre med. Ideen tegnes på Elevark 3, 'Få ideer', og eleverne beskriver, hvordan ideen virker, og hvor ideen kan bruges.
5. Eleverne kan nu gå i gang med at konstruere deres prototype i grupperne.

Kravene til prototypen er:

- den skal varme vand op ved hjælp af energi fra Solen.
- man skal kunne måle temperaturen i vandet uden at skille prototypen ad.
- prototypen skal kunne indstilles efter Solens placering på himlen.

#### Forberedelse

Det kan være en fordel, at eleverne får en kort introduktion til de materialer og redskaber, de har til rådighed, når de skal konstruere. Det hjælper dem til at få realistiske og brugbare ideer.

Sørg for at have varmt vand med ned i faglokalet, fx i en termokande, samt at det kolde vand i akvariet er så koldt som muligt. Dette skal bruges til den fælles undersøgelse.

#### ELEVARK 2, 'VARMT VAND OG KOLDT VAND'

##### Elevarkets formål

Eleverne skal undersøge koldt vand og varmt vands egenskaber i en fælles demo-undersøgelse. Formålet med undersøgelsen er at demonstrere, at varmt vand er lettere end koldt vand, og derfor vil stige op i akvariet. Elevarket stilladserer gruppevise refleksioner før og efter undersøgelsen.



## ... Forløbsgennemgang

### Didaktiske overvejelser

Forud for undersøgelsen fyldes et akvarie med koldt vand, og et syltetøjsglas fyldes med varmt vand tilsat frugtfarve, så det varme vand er tydeligt farvet. Læreren viser akvariet og lader måske en elev mærke, at vandet er koldt. Jo koldere, jo bedre.

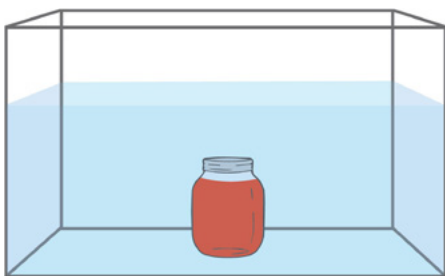
Læreren viser syltetøjsglasset og lader måske en elev mærke uden på, at det er helt varmt.

Eleverne tegner og skriver på Elevark 2, hvad de tror, der sker, når læreren sætter glasset med det varme vand ned i det kolde vand og tager låget af.

Læreren lytter til elevernes forslag og begrundelser. Hvis der er tydelige modsatrettede forslag fra eleverne (fx "det røde vand bliver nede i syltetøjsglasset" vs. "det røde vand siver op og lægger sig øverst i vandet"), så kan klassen evt. stemme om, hvad de tror mest på. Brug gerne lidt tid i denne gættefase.

Læreren sætter nu syltetøjsglasset ned i akvariet og tager låget af. Det farvede vand vil sive op fra glasset og lægge sig øverst i akvariet.

Eleverne tegner resultatet på Elevark 2 og beskriver, hvad der skete.



### Opsamling og pointer

Klassen taler sammen om, hvad der skete – og hvorfor (fx: fordi varmt vand er lettere end koldt vand, lægger det sig oven på det kolde). Klassen kan evt. drøfte i fællesskab, hvad undersøgelsen ville have vist, hvis der i stedet havde været varmt vand i akvariet og iskoldt vand i syltetøjsglasset.

### ELEVARK 3, 'FÅ IDEER'

#### Elevarkets formål

Eleverne skal konkretisere deres fælles ide efter at have tegnet og beskrevet hver deres egen ide.

#### Didaktiske overvejelser

Læreren vejledning undervejs i elevernes proces kan fokusere på:

- at eleverne fokuserer på at bruge klassens fælles viden og de erfaringer, de har gjort sig i undersøgelserne tidligere i forløbet.
- at eleverne får designet en samlet konstruktion, der kan flyttes/drejes, og hvor fx afstand og vinkel mellem de enkelte dele af konstruktionen kan kontrolleres.
- at konstruktionen skal kunne bruges flere gange – dvs. at når eleverne fx måler temperaturen på vandet, så kan de ikke bare lave hul i posen eller klippe slangen over.
- at eleverne får målt vandmængde og starttemperatur, når de skal afprøve deres prototype.
- at eleverne forstår at regne temperaturstigningen ud, når de afprøver deres prototype.

Elevark 3, 'FÅ IDEER'. Arbejdsarket har en mørkeblå header med titlen 'Elevark 3' og 'Få ideer'. Under titlen står 'Tegn jeres fælles ide:'. Der er to ikoner: et glødelampeikon og et dokumentikon. Der er seks spørgsmål med linjer til svar: 'Beskriv, hvordan jeres ide virker:', 'Hvilken ny viden fra undersøgelse bruger I til jeres ide?', 'Hvilke materialer skal I bruge?', 'Hvor kan jeres ide bruges?'. I bunden af arket står 'Fang Solens energi' og 'Engineering i skolen' med et logo.



## ... Forløbsgennemgang

Det er vigtigt at lade eleverne afprøve deres ideer i praksis, også selvom læreren godt kan se, at prototypen ikke vil kunne fungere perfekt eller at der er krav, som den kunne leve op til på en bedre måde. Det giver nemlig eleverne mulighed for at forbedre deres prototype på baggrund af deres egne undersøgelser, observationer, resultater og ideer.

### Opsamling og pointer

Undervejs i idefasen kan det være produktivt at samle eleverne og lade dem præsentere deres foreløbige tanker for hinanden. Det kan fx kaldes "del og stjæl", så eleverne forstår, at det er helt okay at lade sig inspirere af hinandens ideer.

Hvis der er tid, kan eleverne gå i gang at konstruere deres prototyper. Vurder om Elevark 4, 'Konstruere og forbedre' skal igangsættes her eller først introduceres næste undervisningsgang. Hvis eleverne går i gang med at konstruere, skal prototyperne tømmes for vand og gemmes til næste gang.

## Lektion 7-8



### KONSTRUERE OG FORBEDRE

#### Arbejde med prototype

1. Lektionerne kan med fordel begynde med en repetition af engineering designprocessen, resultater fra undersøgelserne og problemstillingen. Brug gerne de slides, der bedst understøtter det, klassen har behov for.
2. Eleverne konstruerer herefter deres første prototyper, hvis de ikke startede på dette i de sidste lektioner.
3. Eleverne undersøger og forbedrer nu løbende deres prototyper, og vurderer, om de opfylder kravene til prototypen (se ovenfor) og klassens fælles viden. Eleverne arbejder i denne delproces ud fra Elevark 4, 'Konstruere og forbedre'.
4. Der vil være en del ventetid, da prototyperne typisk skal stå mindst 10 minutter og gerne 15-20 minutter for reelt at vise en temperaturstigning. Mens eleverne venter, arbejder de med Elevark 5, 'Hvilken vej skal den vende?'
5. Grupper, der har endnu mere ventetid, kan arbejde med Elevark 6, 'Præsentation af jeres prototype' (se lektion 9-10).
6. Husk at tømme prototyperne for vand, hvis de skal stå til fx næste uge.

#### Forberedelse

- Det vil være en stor fordel at gennemføre denne lektion i et faglokale eller værksted, hvor eleverne kan arbejde med materialerne, og hvor der er let adgang til vand og noget at tørre op med.
- Slangerne kan evt. klippes til i den korrekte længde (fx 1 m Ø 6/9 mm (indre/ydre diameter)) før undervisningen starter.
- Hav en særlig opmærksomhed på at begrænse elevernes brug af stanniol og gaffatape. Malertape fungerer godt til konstruktioner af pap.
- Som i de indledende undersøgelser er det smart at have vand i et akvarie, en balje, spand eller lignende, som eleverne kan fylde vand fra. Det sikrer dels, at slangerne er lettere at fylde med vand, dels at vandet ikke er iskoldt fra vandhanen, da det vil give et forkert indtryk af, hvor meget Solens stråling rent faktisk kan opvarme vandet på bare 10-20 minutter.

### ELEVARK 4, 'KONSTRUERE OG FORBEDRE'

#### Elevarkets formål

Elevarket har til formål at understøtte eleverne i at forbedre deres prototype ud fra de krav, den skal leve op til. Der er lavet skemaer til tre afprøvninger i elevarket, og eleverne kan evt. fortsætte på bagsiden.

#### Didaktiske overvejelser

Det kan være vanskeligt at holde eleverne fast i at skulle forbedre noget, de allerede synes fungerer godt nok. Læreren kan fokusere på:

- Lever prototypen op til kravene i udfordringen?
- Hvilke dele af klassens fælles viden (og øvrige erfaringer fra de første undersøgelser) kan nu sættes i spil?
- Kan der opvarmes større mængder vand eller opnås en højere temperatur?
- Kan konstruktionen gøres mere holdbar?
- Kan konstruktionen drejes ift. Solen, så den bliver mere effektiv?
- Kan konstruktionen gøres mere bæredygtig (er der fx brugt materiale, hvor det ikke er nødvendigt)?

Det kan også være frustrerende for eleverne, hvis de er nødt til at skille deres prototype for meget ad, når de skal gøre den bedre. Derfor kan læreren med fordel hjælpe dem til at bruge malertape frem for gaffatape til samlinger, og til at binde knuder på fx poser frem for at tape dem sammen.

#### Opsamling og pointer

Det vil være vanskeligt at sammenligne elevernes temperaturstigninger, da det ikke er muligt at arbejde med så ens vandmængder i 3. og 4. klasse, at det giver mening at sammenligne. Afhængig af klassens erfaringer med systematik i det undersøgende arbejde kan læreren overveje, om en specifik vandmængde skal stilles op som en fælles parameter for eleverne. Som udgangspunkt er det hensigten, at det bliver en del af

**Elevark 4**  
**Konstruere og forbedre**

Nu skal I konstruere jeres prototype.

**Det skal I bruge**

- Materialer til at bygge jeres prototype
- Malertape
- Målebånd
- Hånd
- Termometer

**Sådan gør I**

1. Byg jeres første prototype.

Når I har nået den første test, skal I teste jeres prototype og ved næste test skal I gøre det bedre, end I gjorde den første test:

2. Mål hvor meget vand, I holder i jeres prototype.
3. Mål starttemperaturen og sluttemperaturen.
4. Efter hver test, skal I overveje hvordan I kan forbedre jeres prototype, så den opfylder kravene for udfordringen endnu bedre. Lav disse forbedringer, og gennemfør endnu en test.

	Hvor meget vand?	Start-temperatur	Slut-temperatur	Temperatur-forskel	Antal minutter
1. test					
2. test					
3. test					

**Test 1**

Krav	Ja/nej	Beskriv hvordan det kan forbedres
Er vandets temperatur stignet?		
Kan man måle vandets temperatur uden at skille prototypen ad?		
Kan prototypen indeholde efter Solens placering på himlen?		

Fang Solens energi Engineering i skolen

klasesamtalen om de forskellige resultater i grupperne, at eleverne kan komme frem til, at de ville blive mere sammenlignelige, hvis det var den samme vandmængde, eleverne opvarmede, og hvis det var den samme tid, solfangeren stod til "opvarmning".

## ... Forløbsgennemgang



### ELEVARK 5, 'HVILKEN VEJ SKAL DEN VENDE?'

#### Elevarkets formål

Eleverne skal undersøge, hvor Solen står på himlen i løbet af dagen, så de kan få en ide om, hvad vej deres solfanger skal vende. Undersøgelsen leder eleverne på sporet af, at Solen ikke altid står det samme sted på himlen, og at det derfor er smart at prototypen kan indstilles efter Solens placering på himlen (og/eller vende permanent mod syd, som er Solens overordnede placering set fra Danmark).

#### Didaktiske overvejelser

Opgaven er en "venteopgave", mens deres solfanger er i gang med at opvarme vand. Det kan være en hjælp for nogle elever at få udpeget verdenshjørnerne i forhold til klasselokalet. Hæng evt. sedler op med N-S-Ø-V, så eleverne kan orientere sig efter det.

Inddrag evt. en undersøgelse om brug af kompas, hvor eleverne ved hjælp af et kompas identificerer de forskellige verdenshjørner på skolens område.

## Lektion 9-10



### KONSTRUKTION, TEST OG FORBEREDELSE AF PRÆSENTATION

1. Lektionen kan begyndes med en kort repetition af de tidligere lektioner. Brug gerne slideshowet.
2. Lad evt. grupperne præsentere deres foreløbige prototyper og tilhørende overvejelser. Kald fx runden "del og støj", så eleverne forstår, at det er okay at få ideer fra de andre grupper.
3. Herefter arbejder grupperne videre som i lektion 7-8. Se under lektion 7-8 for vejledning af grupper, didaktiske overvejelser mv. Grupper, der ikke har arbejdet med Elevark 5, 'Hvilken vej skal den vende?', skal gøre det i dag.
4. Eleverne arbejder i ventetiden med Elevark 6, 'Præsentation af jeres prototype'
5. Efter disse lektioner skal grupperne være klar til den endelige test af prototypen. Husk at tømme prototyperne for vand, hvis de skal stå til fx næste uge.

#### Forberedelse

Medbring papirer til elevernes arbejde med præsentationerne.

### ELEVARK 6, 'PRÆSENTATION AF JERES PROTOTYPE'

#### Eleverkets formål

Eleverne skal forberede en præsentation af deres arbejde.

Hver elev i gruppen får et A4-papir og tegner og beskriver et af de fire fokuspunkter. Formålet med dette er, at alle elever i gruppen har noget at bidrage med i præsentationen samt at det bliver konkret med udgangspunkt i tegningen og en tilhørende forklaring. Til præsentationen fortæller hver elev om sin tegning og fokuspunkt.

#### Didaktiske overvejelser

Hvis der er grupper med flere eller færre elever end fire, så kan delopgaverne enten slås sammen til færre opgaver, eller der kan tilføjes en opgave, fx

- en tidslinje over gruppens arbejdsproces
- en forklaring af, hvor klassens fælles viden er brugt i prototypen
- andet (lad eleverne komme med et forslag).

De fire tegninger skal vises i forbindelse med elevernes præsentationer i de sidste lektioner i forløbet, og de kan efterfølgende hænges op eller scannes, så eleverne har adgang til dem senere.



### Lektion 11-12



#### DEN ENDELIGE AFPRØVNING OG PRÆSENTATION

1. Elevernes prototyper stilles klar til afprøvning, og der fastsættes et tidsrum i klassen, fx 15 minutter. Eleverne måler vandets temperatur i deres prototyper inden start.
2. Mens vandet varmer op i prototyperne, gør eleverne klar til at præsentere, og inden præsentationerne måler alle grupper vandets temperatur.
3. Herefter skal grupperne præsentere deres arbejde ud fra de fire fokuspunkter og tegninger af deres arbejde og proces. Dette er forberedt på Elevark 6, 'Præsentation af jeres prototype'.

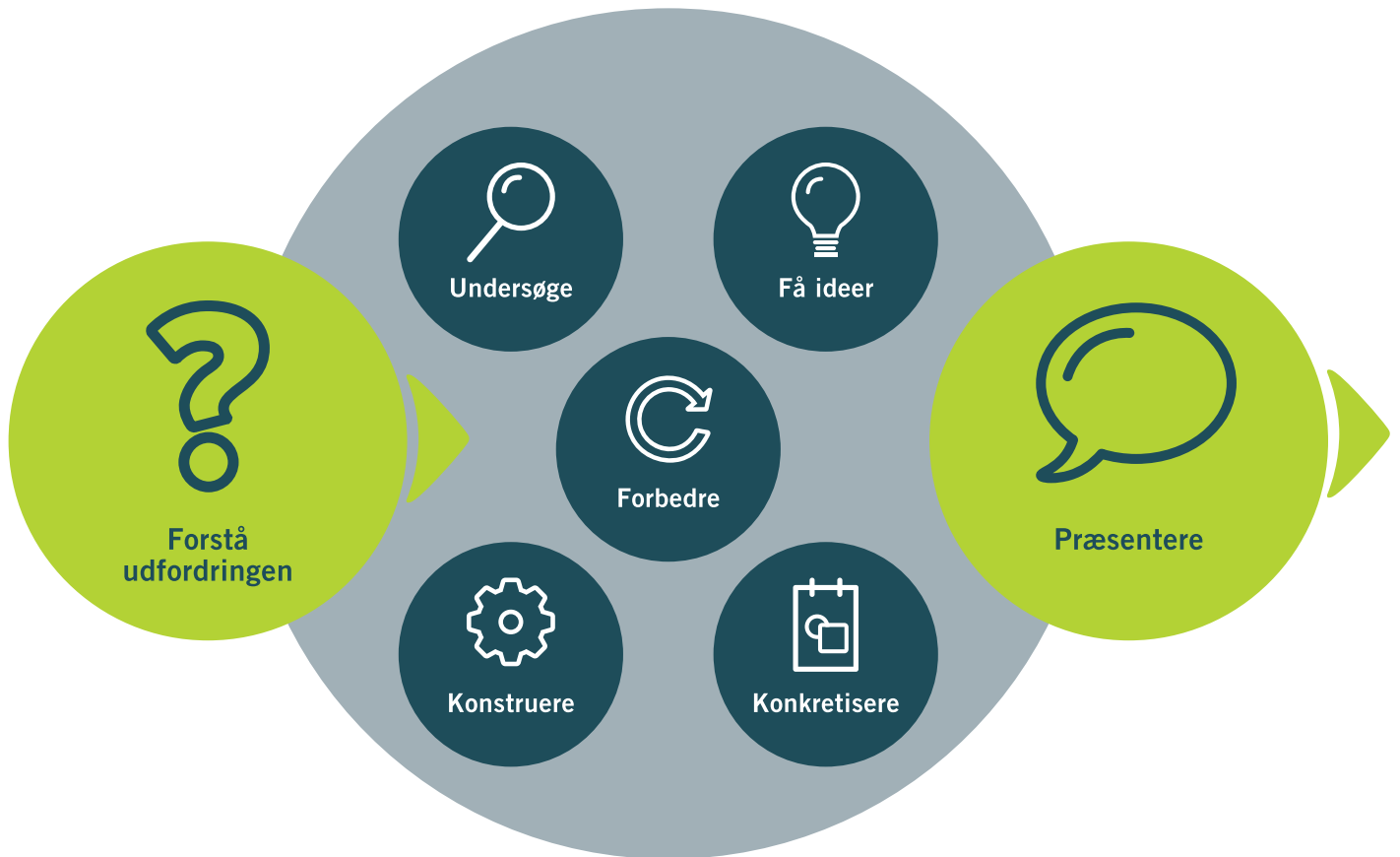
Forløbet afrundes med en klassesamtale om:

- De enkelte præsentationers fordele og ulemper, og om muligt en konklusion om, at der er flere gode måder at løse udfordringen på.
- Teknologiers betydning for udnyttelse af Solens energi og betydningen af dette ift. klima- og biodiversitetskrise.
- Erfaringer med at arbejde efter engineering designprocessen.

Fremhæv at delprocessen 'Forbedre' har været særligt i fokus. Spørg nysgerrigt ind til gruppernes løbende justeringer og forbedringer, og hjælp eleverne til at forstå, at de kan bruge deres erfaringer til systematiske forbedringer af deres løsninger. Hvis forløbets undervisningsmål har været centrale for elevernes arbejde med engineering designprocessen kan der oplagt stilles spørgsmål og/eller formuleres yderligere krav til elevernes præsentation.

# Engineering designprocessen

Læs mere om engineering på [www.engineeringiskolen.dk](http://www.engineeringiskolen.dk)



Engineering-baseret klimaundervisning er et samarbejde mellem Engineer the Future og Københavns Professionshøjskole, finansieret af VILLUM Fonden.