

Vand din væg

10. klasse, matematik og fysik/kemi

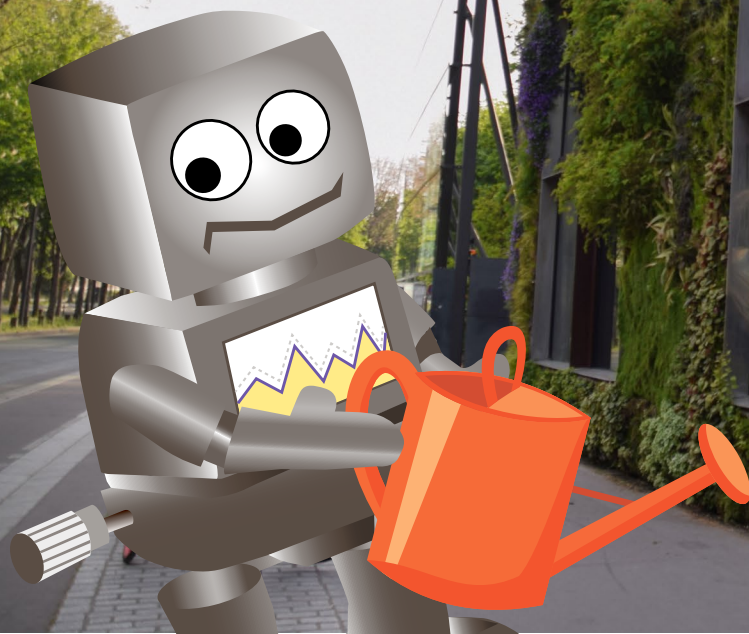
Lærervejledning

På grund af klimaforandringer kommer vi i fremtiden til at opleve mere ekstreme temperaturer, længere perioder med tørt og varmt vejr, perioder med store mængder nedbør og kolde vintre. Planter kan være med til at opsamle vand, de kan være med til at dæmpe temperaturen i bebyggede områder, når der er varmt, og de kan hjælpe med at isolere huse, når det er koldt. Samtidig kan planter optage noget af den CO_2 , der ophobes i atmosfæren, og som er medvirkende faktor til klimaforandringerne. Derfor er det oplagt at få flere planter i byer og omkring bygninger. Udfordringen er, at byer og bebyggede områder ikke har særlig mange flade arealer, der ikke i forvejen bruges til andre formål. Derfor kan man beplante bygningers vægge og tage, men her er det til gengæld ikke helt nemt at gå rundt og vande.

Udfordring og krav

I skal konstruere en prototype på et automatisk vandingssystem til en lodret plantevæg.

Det skal fungere med en enkelt pumpe. I skal benytte data til at begrunde hvornår og hvor meget jeres system vander.



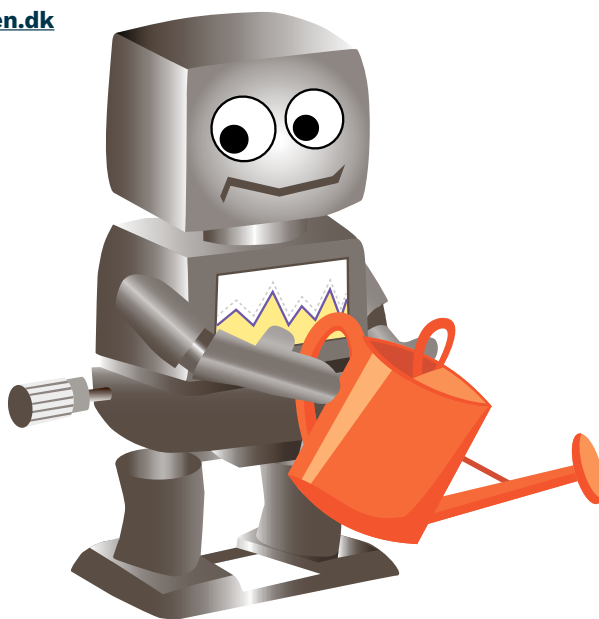
Vand din væg

Velkommen til et undervisningsforløb i engineering-baseret klimaundervisning. Formålet med undervisningsforløbet er, at eleverne gennem en stilladseret engineering design-proces 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 og matematisk indhold inddrages i et problemorienteret forløb. Det er hensigten, at forløbet viser eleverne, at det er muligt at handle på mange måder, og at det fremmer deres handlelyst, innovation og handlekompetence. Engineering-forløbet vil understøtte de naturfaglige kompetenceområder, og derudover også understøtte engineering-faglighed som fx samarbejde og idéudvikling.

Find materialerne på engineeringiskolen.dk

Indhold

FORLØBETS RAMME.....	6
Undervisningsmål.....	6
Beskrivelse af STEM-problemfelt.....	6
Engineering-udfordring og produktkrav ...	7
Materialeliste	7
Kort introduktion til forløbet.....	8
Didaktiske overvejelser før, under og efter	9
FORLØBSGENNEMGANG	11



Udarbejdet af Stine Gerster Johansen, Københavns Professionshøjskole og David Russel, Engineer the Future. Tak til Iris M. Madsen fra Hydrovertic for at medvirke i ekspertfilmen.

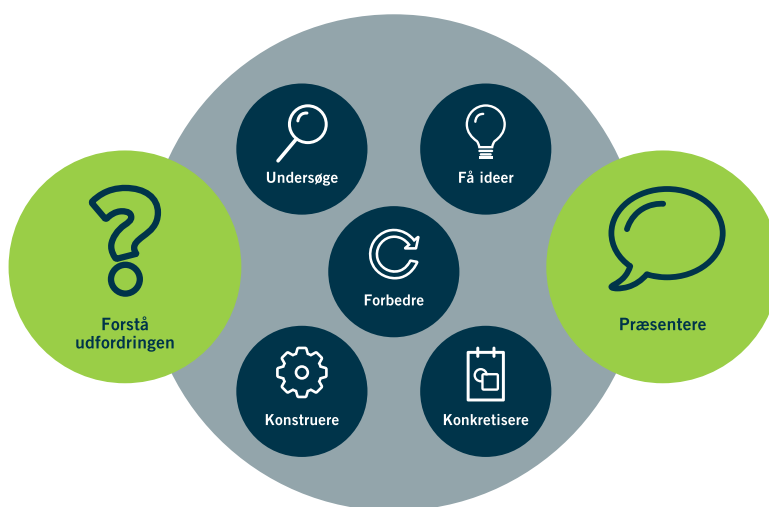
Engineering-baseret klimaundervisning er udviklet i samarbejde mellem Engineer the Future og Københavns Professionshøjskole, finansieret af VILLUM Fonden.

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 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 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, de får brug for. De indsamler 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 for-deler 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 ind-samling af mere viden gennem undersøgelser.

Præsentere: Elevgrupperne præsenterer løs-ninger, overvejelser om designprocessen og valg truffet undervejs.

Lærerens rolle

Engineering-aktiviteter er organiseret som problemorienteret arbejde, og dermed er lærerens rolle understøttende og vejledende gennem den iterative designproces.

Lærerrollen knyttet til problemorienterede 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 elevernes udbytte og kommer i materialet bl.a. til udtryk gennem elevark og slides. Når et engineering-forløb lykkes, så oplever eleverne en relevant og meningsfuld undervisning, der sætter faget i spil i forhold til en problemstilling, de selv har ejerskab til.

Designprocessen som metode

Som udgangspunkt skal eleverne allerede fra begyndelsen af forløbet have forståelse for, at de kommer til at arbejde med en række specifikke og sammenhængende delprocesser.

Det kan være en fordel at tydeliggøre, at selvom delprocesserne er bestemt på forhånd, er der inden for de enkelte delprocesser en høj grad af frihed ift. gennemførelse, og hvad de vælger at tage med videre til den næste delproces. Forståelsen af at følge engineering designprocessen vil styrke 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 eleverne undersøger, hvornår de konkretiserer, hvornår de konstruerer osv., så de får en oplevelse af, at designprocessen 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 væsentligt, når eleverne er i en designproces. Det kan derfor være fornuftigt at tale med eleverne om, at de kan 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 stilladsere eleverne i deres undersøgelse af 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, så styrkesiderne i elevernes diversitet får bedre mulighed for at blive synlige.

Forberedelse øger udbyttet

Det vil øge elevernes udbytte af forløbet, at gennemlæse og reflektere over, hvordan de forskellige delprocesser kan facilitere elevernes proces gennem åbne spørgsmål og yderligere rammesætning.

Afprøv evt. de elevaktiviteter, som kan vurderes udfordrende for eleverne 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.

I dette forløb indgår matematik og natur/teknologi i et samarbejde om en klimaudfordring. Forløbet er et oplagt tværfagligt forløb, hvor eleverne arbejder med sammenhænge mellem hverdagssituationer, matematiske resultater og viden og undersøgelser fra natur/teknologi. Matematik opleves ofte skjult for eleverne i deres hverdag, og forløbet arbejder på forskellig vis med at få matematikken synliggjort og dermed også pege på, hvordan matematikken udgør en væsentlig del af løsningen i forhold til klimaudfordringen. Derudover får eleverne erfaringer med, at matematik også er et kreativt fag, hvor problemløsning er en væsentlig del af faget.

Hvordan bruges klimaforløbet, og hvad består det af?

Dette er et ud af syv klimaforløb, der er udviklet i årene 2022-2024. 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 forløbsgenmængning.
- Elevark.
- Centrale faglige begreber.
- Slides målrettet elever inkl. en video, hvor en klimaekspert præsenterer en engineering-baseret klimaudfordring.
- Lærernoter i slides, der hjælper læreren med at gennemføre forløbet.



Forløbets ramme

Klassetrin

10. klasse

Fag

Matematik og fysik/kemi

Antal lektioner

14

- Eleverne kan vurdere de indsamlede data ud fra en betragtning om målingernes usikkerhed.
- Eleverne kan kommunikere med andre om resultaterne af deres undersøgelser, herunder kan eleverne vurdere og anvende forskellige repræsentationer af data. Fx diagrammer, boksplot, tabeller osv.

Undervisningsmål

Dette undervisningsforløb er primært målrettet faget matematik i 10. klasse (det vil også kunne benyttes i 8. og 9. klasse i både matematik og naturfag) og undervisningsmålene er derfor formuleret med henblik på at eleverne tilegner sig færdigheder og viden fra matematikfaget. I forløbet arbejdes desuden med tre fællesfaglige kompetencebaserede færdigheds- og vidensområder fra naturfag: undersøgelser, modellering og perspektivering.

Forløbet har indholdsmæssigt fokus på færdigheds- og vidensområderne:

'Statistik', 'Modellering', 'Kommunikation' og 'Måling' fra **Matematikfaget**.

'Produktion og teknologi' og 'Undersøgelser i naturfag' fra **fysik/kemi-faget**.

Der er formuleret følgende undervisningsmål for forløbet:

- Eleverne kan indsamle og analysere statistisk data. De kan bruge resultaterne fra deres undersøgelser til at beskrive og forstå udfordringen samt skabe grundlag for at træffe beslutninger om de næste skridt i deres proces.
- Eleverne kan bruge resultater fra matematiske undersøgelser til at kvalificere udviklingen af prototyper, og dermed forbinde matematiske og statistiske indsigter til udviklingen af praktiske løsninger.
- Eleverne kan vurdere de målinger de laver med udgangspunkt i deres forsøgsopstilling

Beskrivelse af STEM-problemfelt

Med klimaforandringer risikerer vi større udsving i temperaturer, længere perioder med tørke eller større mængder nedbør. Det kan ændre kravene til de bygninger vi bor, går i skole eller bruger vores fritid i. Der kan opstå øget behov for nedkøling og opvarmning eller at vi skal kunne håndtere større mængder vand.

Flere grønne planter og træer kan være med til at binde CO₂, om sommeren kan de kan være med til at sænke temperaturen i bebyggede områder og de kan optage noget af den nedbør der ellers kan presse vores åer og afløb.

Men hvor skal de placeres? Mange steder er de flade arealer allerede brugt til andre formål og særligt i bebyggede områder hvor behovet kan være størst, er arealbenyttelsen højest.

Flere steder arbejdes der med grønne tage og plantevægge, hos Teknologisk Institut laves der forsøg med plantevægge, der kan isolere og give varmt brugsvand, samtidig med at den potentielt kan håndtere større regnskyl. Hvis bygningers overflader kan benyttes til at øge mængden af grønne planter, kan de være med til at mindske effekten af klimaforandringer. Både ved at absorbere drivhusgasser og nedbør samt ved at mindske energiforbrug til opvarmning og nedkøling som udgør omkring en tredjedel af den samlede energi der bruges i forbindelse med vores bygninger.

Engineering-udfordring og produktkrav

Eleverne skal udvikle et vandingssystem til en lodret væg, som løbene vurderer om der er brug for vanding eller ej. Prototypen skal kunne vande plantevæggen og sikre at der kommer vand til alle dele af væggen. Prototypen skal kunne fungere med en enkelt pumpe og eleverne skal benytte data til at begrunde hvornår og hvor meget deres system vander.

Materialeliste

- Tør jord (eventuelt tørret i varmeskab, så vandindholdet er lavt)
- Micro:bit (mindst en pr. gruppe)
- Batteriholder til Micro:bit
- Batterier
- Plastslange
- Krokodillenæb
- Søm der kan lede strøm
- Jordfugtighedsmåler til Micro:bit
- Elektrisk pumpe der kan tændes og slukkes vha. Micro:bit
- Målebægre
- Fotobakker
- Drikkekartoner (1 pr. gruppe)
- Papkrus
- Målebægre 200 ml
- Computere til dataanalyse og programmering

Micro:bit kan erstattes af tilsvarende udstyr der kan bruges til måle ledningsevnen i jord og til at styre et kredsløb der aktiverer en pumpe på baggrund af målinger af jordens ledningsevne.



Kort introduktion til forløbet

I forløbet 'Vand din væg' skal der udvikles en prototype på et automatisk vandingssystem til en lodret plantevæg. Det faglige grundlag er, databehandling og statistiske undersøgelser, en forståelse af hvordan jords ledningsevne ændres med vandindholdet, samt kodning med

fx micro:bit. Udviklingen sker på baggrund af forskellige undersøgelser af jords ledningsevne når den er hhv. tør eller våd. Eleverne indsamler data som del af deres undersøgelser. Data skal analyseres ved hjælp af forskellige repræsentationer. Til- og fravalg i udviklingen af prototypen diskuteres på baggrund af dataanalyser og overvejelser om brugen af statistisk data.

Forløbsoversigt

Lektions-nummer	Indhold	Delproces
1-2	Introduktion og rammesætning af problemfelt og udfordring Kort intro til 'Vand din væg' – slides og samtale. Gennemgang af engineering designprocessen. Ekspertfilm og gennemgang af narrativ, udfordring og krav. Elevark 1 Undersøgelse: Hvor meget skal vi vande?	Forstå udfordringen
3-4	Undersøg nedsivning af vand gennem jordprøve Kort intro og repetition fra sidst. Elevark 2 Undersøgelse 2: Fordeling af vand i jord.	Undersøge
5-6	Dataanalyse Elevark 3 Guide til databehandling.	Undersøge
7-8	Ideprocesser og planlægning tests Elevark 4 Få ideer – Verdens dårligste vandingssystem. Elevark 5 Vores vandingssystem. Elevark 6 Hvordan vil vi evaluere vores prototype?	Få ideer Konkretisere
9-10	Konstruktion af prototype Genbesøg elevark 5 og 6. Konstruer prototyper.	Konstruere
11-12	Test og forbedring af prototype samt forberedelse af præsentationer	Konstruere Forbedre
13-14	Præsentation Elevpræsentationer. Afrunding ift. narrativ, udfordring og klimaperspektiv.	Præsentere

Forløbsspecifikke ekstra ressourcer

I forløbet skal eleverne arbejde med dataanalyse i et program til dynamisk databehandling. Der er lavet specifikke vejledninger til forløbet. De er tilgængelige under forløbets side på engineeringiskolen.dk. I vejledningerne bruges

CODAP, som er gratis tilgængeligt for skoler. Hvis eleverne ikke har arbejdet i CODAP før kan det være en fordel at se en af deres introduktionsvejledninger til programmet sammen
[Common Online Data Analysis Platform \(CODAP\) - CODAP](#)

Der findes mange forskellige måder at måle ledningsevnen i jord på. I forløbet bruges der Micro:bit. Der kan findes vejledninger til måling af ledningsevne med Micro:bit her:

makecode.microbit.org/projects/soil-moisture/code

Didaktiske overvejelser før, under og efter

Før

I forløbet 'Vand din væg' arbejdes der med automatisering af vanding og hvordan dataindsamling, behandling af data og forskellige repræsentationer af data bruges til at fastsætte grænseværdier, som bestemmer, hvornår et vandingssystem aktiveres og optimeres. Forløbet forudsætter en basal viden om planter's behov for vækst og det kan være en fordel hvis eleverne kender til ledningsevne, men det er ikke en forudsætning at de har et indgående kendskab til begrebet.

Forløbet kan gennemføres med forskellige målings- og dataindsamlings-værktøjer. Vejledningen tager udgangspunkt i brugen af Micro:bit til måling af ledningsevne og til styring af vandingssystemet, men andre typer udstyr kan benyttes. Det vil være relevant at overveje i hvilket omfang eleverne er fortrolige med det valgte udstyr og tilpasse forløbet hertil.

Det anbefales at der arbejdes med databasehåndling i det gratis værktøj CODAP [Common Online Data Analysis Platform \(CODAP\) - CODAP](https://codap.concord.org/).

Er eleverne ikke vant til at arbejde i CODAP eller lignende programmer, er der vejledninger, som giver en grundlæggende introduktion til programmet på dets hjemmeside. Der er også lavet videovejledninger specifikt til forløbet, som findes i forløbsgennemgangen og i det slideshow der er lavet til forløbet.

Forløbet er tilrettelagt, så det kan gennemføres monofagligt i matematik på 14 lektioner á 45

minutters varighed, samlet i dobbeltlektioner. Forløbet indeholder flere gode muligheder for fællesfaglighed med fysik/kemi (hvis forløbet benyttes i 8. eller 9. klasse også med biologi og geografi). Det kan være en fordel med sammenhængende tid, så overvej om lektionerne kan samles.

Undervejs i forløbet skal eleverne lave en længerevarende dataindsamling, det kan gøres i en dobbeltlektion, men hvis der er adgang til data-logning, kan der indsamles data mellem to undervisningsgange.

Print eventuelt alle elevark, og saml dem 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 udfylde dem digitalt og gemme dem på et fælles drev.

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



Under

Undervejs vil det være nødvendigt at tilpasse forløbets aktiviteter ift. hvordan forløbet kan gennemføres skemamæssigt. Fx kan det være nødvendigt at justere på hvornår der er tid til at lave en længere sammenhængende dataindsamling.

Centrale fagbegreber i forløbet kan med fordel hænges op i klassen. Fx:

- Ledningsevne
- Grænseværdi
- Deskriptorer
- Model
- Matematiske repræsentationer
- Jordfugtighed
- Kode

Overvej hvor elevark og prototyper kan opbevares mellem lektionerne. Vær opmærksom på tydelig navngivning.

Se forløbsgennemgangen for yderligere didaktiske overvejelser og pointer

Efter

Overvej hvad der skal ske med elevernes prototyper når forløbet er gennemført. Skal de gemmes til senere brug eller tages med hjem. I en efterfølgende matematiktime kan der fx tales om:

- Hvilket matematikindhold stødte vi egentlig på i forløbet?
- Hvordan brugte vi matematik til at komme frem til prototyperne?
- Hvordan hjælper matematik med at håndtere klimaudfordringer?

Et opfølgende forløb kan fokusere på opsamling af regnvand, analyser af vejrdato og nedbørsmængder eller arbejde med arealudnyttelse og modeller for solindstråling.



Forløbsgennemgang

Lektion 1-2



INTRODUKTION OG RAMMESÆTNING AF PROBLEMFELT OG UDFORDRING

1. Undervisningsforløbet indledes med at se den tilhørende ekspertfilm, hvor eleverne præsenteres for udfordringen. Efterfølgende samles der op på svære ord og begreber anvendt i filmen, engineering-udfordringen og tilhørende krav fremhæves for eleverne.
2. Engineering designprocessen præsenteres for eleverne som den overordnede ramme for forløbet. Det giver eleverne de bedste muligheder for leve op til kravene og er samtidig med til at rammesætte deres arbejde gennem engineering designprocessen.
3. Eleverne præsenteres for kravene til præsentationen, som kommer til sidst i forløbet.
4. Eleverne introduceres for det udstyr der skal bruges til at måle ledningsevne, fx Micro:bit. Herefter inddeles de i grupper og arbejder med elevaktivitet 1, 'Hvor meget skal vi vande?', hvor eleverne skal måle ledningsevnen i henholdsvis tør, fugtig og våd jord.
5. Afslut lektionerne med at samle op på deres resultater. De vil sandsynligvis have forskellige resultater af undersøgelserne. Diskuter forskelle i resultater og fejlkilder og fastsæt, sammen med eleverne, grænseværdier for hvornår jorden er for tør, tilpas eller for våd.

Forberedelse

- Materialerne til Elevaktivitet 1 'Hvor meget skal vi vande?' gøres klar.
- Tør jord i et tørreskab et par dage i forvejen.
- Da eleverne skal arbejde med jord og vand kan være en fordel at arbejde i et naturfags-lokale eller udendørs hvis vejret tillader det.

- Overvej hvilket udstyr eleverne skal bruge til at måle jordens ledningsevne.

ELEVARK 1, HVOR MEGET SKAL VI VANDE?

Elevark 1

Hvor meget skal vi vande?

Tilpas fugtig jord
For at kunne måle om jorden i jeres plantevæg er for tør eller våd, skal I undersøge hvordan ledningsevnen er i jeres jord, når den er for tør, tilpas vandet og for våd til at planter kan gro.

Det skal I bruge:

- Tør jord
- Fugtig jord
- 250 ml bægerglas eller papkrus
- Udstyr til at måle ledningsevne

Sådan gør I:

1. Tag 100 ml tør jord over i bægerglasset. Mål ledningsevnen af jorden tre gange og noter det i skemaet nedenfor på siden.
2. Placer vasker bålet i fugtig jord, hvor der stadig er plads til at rødderne kan lide. Man kan teste om jorden er tilpas fugtig ved at lave følgende undersøgelse:
 - Jorden skal holde sammen når den klemmes sammen til en kugle.
 - Jorden skal kunne holde sammen når man forsigtigt kaster den mellem hænderne.
 - Jorden skal være klæbrig, og efterlade en smule vand på hænderne når man rører ved den.
3. Tilføj, lidt efter lidt, vand til den tørre jord indtil den kan bestå ovenstående test. Mål jordens ledningsevne igen og noter den under 'Fugtig jord' i skemaet nedenfor.
4. Hvis jorden bliver for våd, kan planter rødder ikke lide. Det kan de godt tåle i perioder, men ikke hele tiden. Vi kan teste om jorden er for våd ved at lave følgende undersøgelse:
 - Jorden drøpper når den klemmes sammen til en kugle.
 - Jorden kan ikke længere holde sammen når man forsigtigt kaster den mellem hænderne.
5. Tilføj, lidt efter lidt, mere vand til jorden indtil den lever op til beskrivelserne ovenfor. Mål ledningsevnen af jorden og noter den i skemaet nedenfor.

	Tør jord	Fugtig jord	Våd jord
1. måling			
2. måling			
3. måling			
Gennemsnit			

2
Vand din væg

Engineer the future

Elevarkets formål

For at kunne vurdere hvor meget et vandings-system skal vande er det nødvendigt at vide hvornår planterne har gode vækstbetingelser. I aktiviteten skal eleverne fastsætte grænseværdier for hvornår jord er henholdsvis for tør, tilpas eller for våd. De skal bruge deres sanser til at vurdere jordens fugtighed og sammenholde det med målinger af jordens ledningsevne. Aktiviteten skal samtidig skabe forudsætninger for en samtale om hvordan vi sætter grænseværdier som kan bruges til at aktivere automatiserede systemer.

Didaktiske overvejelser

Det er væsentligt at grupperne formår at reflektere over deres resultater og at de er i stand til at sætte ord på deres refleksioner, så de kan bidrage til 'Klassens fælles viden'. Overvej hvilket udstyr eleverne skal bruge til at indsamle data, hvis de skal styre deres van-

... Forløbsgennemgang

dingssystemer elektronisk senere i forløbet, vil det være en fordel at bruge det samme udstyr til dataindsamlingen, som de skal bruge til styringen. Det kan fx gøre ved hjælp af Micro:bit. Der er link til vejledninger om hvordan ledningsevnen måles med Micro:bit på side X i lærervejledningen.

Opsamling og pointer

Når der fælles samles op på de undersøgte værdier, er det væsentligt at klassen i fællesskab har erfaret at de kan have forskellige resultater for hvornår jorden er for tør, tilpas fugtig eller for våd og har forståelse for mulige fejlkilder.

Lektion 3-4

UNDERSØGELSE AF NEDSIVNING

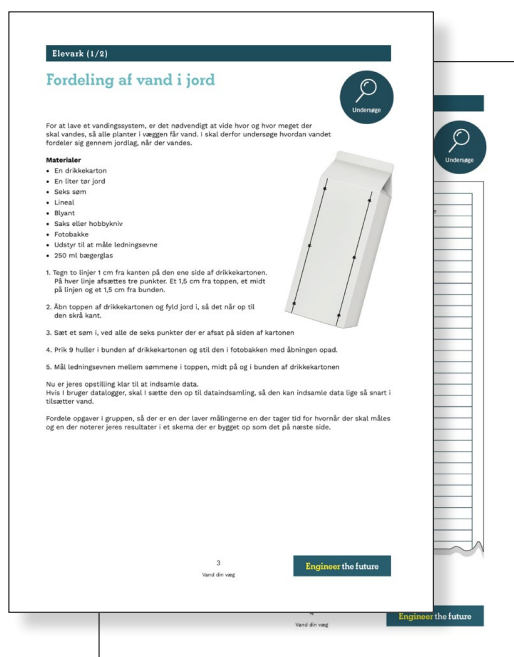


1. Lektionerne indledes med en kort intro og repetition fra sidst med fokus på engineering-udfordringen og kravene. Brug gerne slideshowet for at understøtte dette.
2. Derefter tages en klassesamtale om elevernes resultater af undersøgelsen: 'Hvor meget skal vi vande?' fra forrige lektion.
3. Eleverne præsenteres herefter for elevark 2: 'Fordeling af vand i jord'. Præsenter eleverne for hvor de skal registrere deres data. Sørg for at eleverne fordeler opgaverne mellem sig.
4. Grupperne gennemfører undersøgelsen.
5. Afslut lektionerne med at rydde op i lokalet og sørg for at eleverne har gemt deres resultater.

Forberedelse

- Materialerne til Elevaktivitet 2 'Fordeling af vand i jord' gøres klar.
- Tør jord i et tørreskab et par dage i forvejen.
- Da eleverne skal arbejde med jord og vand kan være en fordel at arbejde i et naturfags-lokale eller udendørs hvis vejret tillader det.
- Overvej hvilket udstyr eleverne skal bruge til at måle jordens ledningsevne.
- Hvis eleverne skal gemme deres data elektronisk, forberedes en folder eller lignende til deres resultater

ELEVARK 2, FORDELING AF VAND I JORD



Elevarkets formål

Elevarket skal give eleven viden om hvordan vand fordeler sig i en jordprofil når denne vandes oppefra. Samtidig giver undersøgelsen forskellige datasæt, som kan analyseres og bruges som vidensgrundlag, for udviklingen af prototyper senere i engineering designprocessen.

Didaktiske overvejelser

Det kan tage lang tid at indsamle den nødvendige data, så sørg for at eleverne fordeler opgaver mellem sig og er klar til at registrere deres data, inden de tilsætter vand til deres opstilling. Så de får noteret deres resultater løbende, og fra start af forsøget.

Lektion 5-6



DATAANALYSE

1. Start lektionen med en fælles klassesamtale. Lad eleverne fortælle, hvordan det er gået med at indsamle data. Spørg eleverne ind til, om der opstod problemer, hvor meget data de har fået, og om de har en idé til, hvordan de kan analysere deres data. Tal med eleverne om, hvad de har brug for, for at få relevant viden ud af deres dataanalyser. Introducer eleverne for elevark 3: 'Guide til databehandling' og introducer dem til det dataanalyseprogram I skal bruge.

Gør eleverne opmærksomme på, at de kan se introduktionsvideoer til [CODAP](#), hvis de ikke kender programmet i forvejen.

2. Når eleverne har været i gang i ca. 15 minutter, kan I lave en klassesamtale, hvor grupperne fortæller om, hvordan de har brugt de værktøjer de bruger til dataanalyse. Måske er der gode erfaringer, som andre elever kan blive inspireret af.
3. Lav en fælles opsamling, hvor eleverne deler resultaterne af deres undersøgelser. Det er vigtigt at få lavet koblingen mellem deres data og de ideer de får til at forbedre deres system.
4. Hvis der er tid til overs, kan eleverne gå i gang med elevark 4.

Forberedelse

Sørg for at eleverne har adgang til computere og den data de genererede i de foregående lektioner.

ELEVARK 3, GUIDE TIL DATABEHANDLING

Elevarkets formål

Elevarkets formål er at støtte eleverne i at analysere deres data og derigennem identificere nogle af de udfordringer deres vandingsystem skal kunne løse.

Didaktiske overvejelser

Overvej hvor meget stilladsering eleverne har brug for, for at gennemføre en analyse af deres data. Hvis de ikke er vant til at arbejde med dynamiske statistikprogrammer, kan det overvejes om nogle af de indledende øvelser i programmet skal laves fælles på klassen. På elevarket kan eleverne skrive deres ideer ned til spørgsmål de kan undersøge, og det er muligt at lave skitser af de diagrammer, som eleverne synes de kan bruge. Eleverne skriver en forklaring af resultaterne af deres analyse. Der er givet en sætningsstarter til de elever, der synes det er svært.

- Hvilken sammenhæng kan I finde mellem hvor i mælkekartonen I måler og hvor våd jorden er?
- Er der nogle steder, hvor jorden for det meste er tilpas fugtig?
- Er der nogle steder, hvor jorden for det meste er enten for våd eller for tør?
- Hvordan udvikler jordens ledningsevne sig over tid? Er der stor variation eller meget lille variation?
- Er der nogle steder (top, midten, bund), hvor variationen er stor?

Ved at arbejde i et dynamisk statistikprogram vil eleverne kunne se den samme data repræsenteret på mange forskellige måder og det er en mulighed for at diskutere fordele og ulemper ved forskellige repræsentationer, fx kan boksplot være kilde til interessante samtaler om jordens vandingsgrad over tid, de tre forskellige steder i jordprofilen. Overvej om der er nogle særlige repræsentationer som eleverne skal omkring i deres undersøgelser og analyse af deres data.

Opsamling og pointer

Når der samles fælles op på elevernes undersøgelser, vil det være relevant at tale hvordan det at dele forskellige resultater kan være med til at kvalificere alles løsninger. Det kan også være relevant at vurdere fejlkilder samt at samle op på hvilke resultater der er vigtigst for at kunne løse udfordringen med at konstruere et vandingssystem.

Lektion 7-8



DELPROCESSERNE 'FÅ IDEER' OG 'KONKRETISERE'

1. Start timen med fælles klassesamtale. Genopfrisk hvad eleverne havde fået ud af deres statistiske undersøgelser og hvilke ideer de fik til forbedring af systemet.
2. Sæt eleverne i gang med Elevark 4, 'Få ideer – Verden dårligste ide'
3. Saml kort op på elevernes arbejde og lad grupperne dele deres beskrivelser af det bedst mulige vandingssystem på klassen.
4. Grupperne skal herefter i gang med at konkretisere deres ideer. Introducer dem til Elevark 5, 'Vores vandingssystem, hvor de skal forholde sig til hvilken viden de har fået gennem deres undersøgelser, dataanalyse og idegenerering.
5. Efter eleverne har arbejdet med elevarket skal de tegne arbejdstegninger af deres prototype, Hvis deres prototype skal programmeres for at styre automatiseringen, skal de både skitsere de dele de skal konstruere og lave en skitse over det der skal programmeres, med de funktioner deres program skal have.
6. Når eleverne har konkretiseret deres ide, skal de lave elevark 6, 'Hvordan vil vi evaluere vores prototype'.

ELEVARK 4, FÅ IDEER – VERDENS DÅRLIGSTE VANDINGSSYSTEM

Elevark 4

Verdens dårligste vandingssystem

Når i skal konstruere jeres vandingssystem skal i have nogle krav det skal opfylde. For hvordan er det egentlig et godt vandingssystem? For at hjælpe jer på vej med at finde de krav skal lave en øvelse:

Materialer:

- Post-it
- Blyanter

Howdan laver vi det dårligste vandingssystem:

1. Hvordan laver vi et vandingssystem der bruger mest muligt energi, vand og materialer uden at det giver planterne gode vækstbetingelser?
2. Brug fem minutter, hvor alle i gruppen skriver så mange idéer som muligt på Post-it. I skal have mindst ti forskellige dårlige idéer i gruppen.
3. Hjælp hinanden med at gøre idéer endnu dårligere.
4. Hvis I har gode idéer til noget positivt, så I nu beskriver det bedste mulige vandingssystem.

Beskriv det bedste mulige vandingssystem her:

6
Vand din væg

Engineer the future

Elevarkets formål

Formålet med elevarket er at starte en idegenereringsproces hos eleverne.

Didaktiske overvejelser

Hvis eleverne, på baggrund af arbejdet i de foregående delprocesser, allerede har konkrete ideer til hvordan de gerne vil konstruere deres vandingssystem, så kan det overvejes at springe aktiviteten over og gå direkte til elevark 5. Ved at få ideer til verdens dårligste vandingssystem, er det dog sandsynligt at eleverne vil identificere funktioner der er nødvendige for at systemet fungerer, som de ikke har tænkt på indtil nu.

ELEVARK 5, VORES VANDINGSSYSTEM

Elevark 5

Vores vandingssystem

På elevark 4 beskrev i det bedste mulige vandingssystem. Nu skal i lave en plan for hvordan i kan konstruere en prototype af sådan et vandingssystem.

Hvilken viden fra jeres undersøgelser af ledningerne, skal i huske når i udvikler jeres prototype?

Har i andet faglig viden som er relevant for jeres prototype? Noter i atskildt:

Hvad skal der til for at jeres prototype kan anvendes i virkeligheden:

Hvilke materialer skal i bruge til jeres prototype:

7
Vand din væg

Engineer the future

Elevarkets formål

Elevarket skal understøtte grupperne i at gå fra idegenerering til en konkret plan for deres prototype. Elevarket stilladserer en samtale i gruppen, om den viden de har genereret i løbet af forløbet og fra andre erfaringer, som kan bruges til at gøre deres løsning så god som muligt.

Didaktiske overvejelser

Det skal overvejes om elevernes ideer er så komplekse at de ikke kan lade sig gøre tidsmæssigt. Hvis det er tilfældet, er det en god ide at dele konstruktionen op i etaper og så konstruere de dele der kan nås. De kan så, i deres præsentationer, dele deres plan for en videreudvikling.

ELEVARK 6, HVORDAN VIL VI EVALUERE VORES PROTOTYPE

Elevark 6

Hvordan vil vi evaluere vores prototype?

Hvilke mål har vi for vores prototype? Hvad skal den kunne for at leve op til kravene? Hvordan vil vi teste det?

Det er en god idé at teste jeres prototype, så i kan forbedre og tilpasse den. Her er nogle overvejelser i kan gøre jer, når i skal teste jeres prototype.

Hvad skal der til, for at i kan sige at jeres prototype virker?

- Lav en liste over de krav, i stiller til prototypen.
- Hvilke krav stiller i opgavebeskrivelsen?
- Hvilke krav stiller i selv?

Hvilke observationer vil i gerne have fra testen?

- Hvilke funktioner skal i have testet?
- Kan vi teste forskellige dele hver for sig, inden vi konstruerer den samlede prototype?
- Hvordan vil vi teste de forskellige dele?
- Hvordan indsamler vi data fra undersøgelsen?
- Er der dele af testen, der er særligt vigtige at holde øje med?
- Kan den være en fordel at tage billeder eller et dagligtale ...?

Vurder jeres test og prototype

- Hvad kan gå galt når i tester prototypen.
- Hvad skal være klar, for at i kan teste jeres prototype.
- Kræver prototypen et særligt setup for at blive testet?
- Kræver testen et bestemt stød, frekvens eller et dagligtale ...?

Alt i alt hvilke teste i vil lave og hvilke dele af jeres prototype der skal konstrueres for at i kan teste dem. Noter hvad i vil teste og konstruere og hvem der gør hvad:

8 Vand din væg

Engineer the future

Elevarkets formål

Elevarkets formål er at støtte eleverne i at træffe beslutninger om den videre udvikling af deres plantevæg. Elevarket stiller en række spørgsmål, som eleverne kan reflektere over og spørgsmål, der skal hjælpe eleverne med at specificere hvordan eleverne vil evaluere deres prototype. Ved at beslutte hvordan de vil evaluere prototypen, får grupperne sat krav til hvordan de kan vurdere om prototypen er færdig eller om der stadig er brug for forbedringer.

Didaktiske overvejelser

Når eleverne skal opstille krav til deres prototype, så er det en god idé at lade eleverne koble disse til deres undersøgelser af data. Et bredt formuleret krav kan være, at jorden skal være tilpas våd alle steder på plantevæggen. Bed i så fald eleverne stille specifikke kvantitative mål, som fx at ledningsevnen skal ligge i et bestemt interval.

Det er ikke nødvendigt for eleverne at svare på alle spørgsmål, de er til inspiration.

Opsamling og pointer

Overvej om eleverne kan have brug for at have materialer i hænderne for at få ideer. Hvis der er materialer til rådighed, så overvej hvordan eleverne fastholdes i delprocesserne få ideer og konkretisere og ikke begynder at konstruere før de er færdige med de andre delprocesser.

Lektion 9-10



KONSTRUKTION AF PROTOTYPER

1. Lektionerne indledes med en kort intro og repetition fra sidst med fokus på engineering-udfordringen og kravene. Brug gerne slideshowet for at understøtte dette.
2. Grupperne arbejder med konstruktion af deres prototype ud fra deres arbejde med Elevark 5, 'Vores vandingssystem' og deres arbejdstegninger.

Forberedelse

Sørg for at have forskellige materialer til rådighed for eleverne. Måske skal eleverne selv medbringe materialer hjemmefra.

Didaktiske overvejelser

Overvej i hvor høj grad elevernes arbejde med programmering skal stilladseres. Det er muligt at finde færdig kode til vandingssystemer ved søgninger på nettet og de kan eventuelt bruges som udgangspunkt for eleverne, som kan tilpasse den eksisterende kode til deres system.

Lektion 11-12



TEST OG FORBEDRING AF PROTOTYPE, SAMT FORBEREDELSE AF PRÆSENTATIONER

1. Start med fælles klassesamtale. Mind eleverne om deres arbejde med elevark 6. Tal med eleverne om hvordan de vil teste deres prototype færdig.
2. Eleverne skal på baggrund af deres arbejde med elevark 5 og 6 nu konstruere deres prototype færdig.
3. Eleverne afprøver deres prototyper og vurderer hvorvidt de lever op til de krav de har opstillet på elevark 6.
4. Hvis der er tid til det forbedrer grupperne deres prototyper på baggrund af deres afprøvningsresultater.
5. Eleverne mindes om kravene til præsentationen.

Forberedelse

Sørg for at have forskellige materialer til rådighed for eleverne. Måske skal eleverne selv medbringe materialer hjemmefra eller materialer de har manglet i de sidste lektioner skal skaffes.

Lektion 13-14



PRÆSENTATION

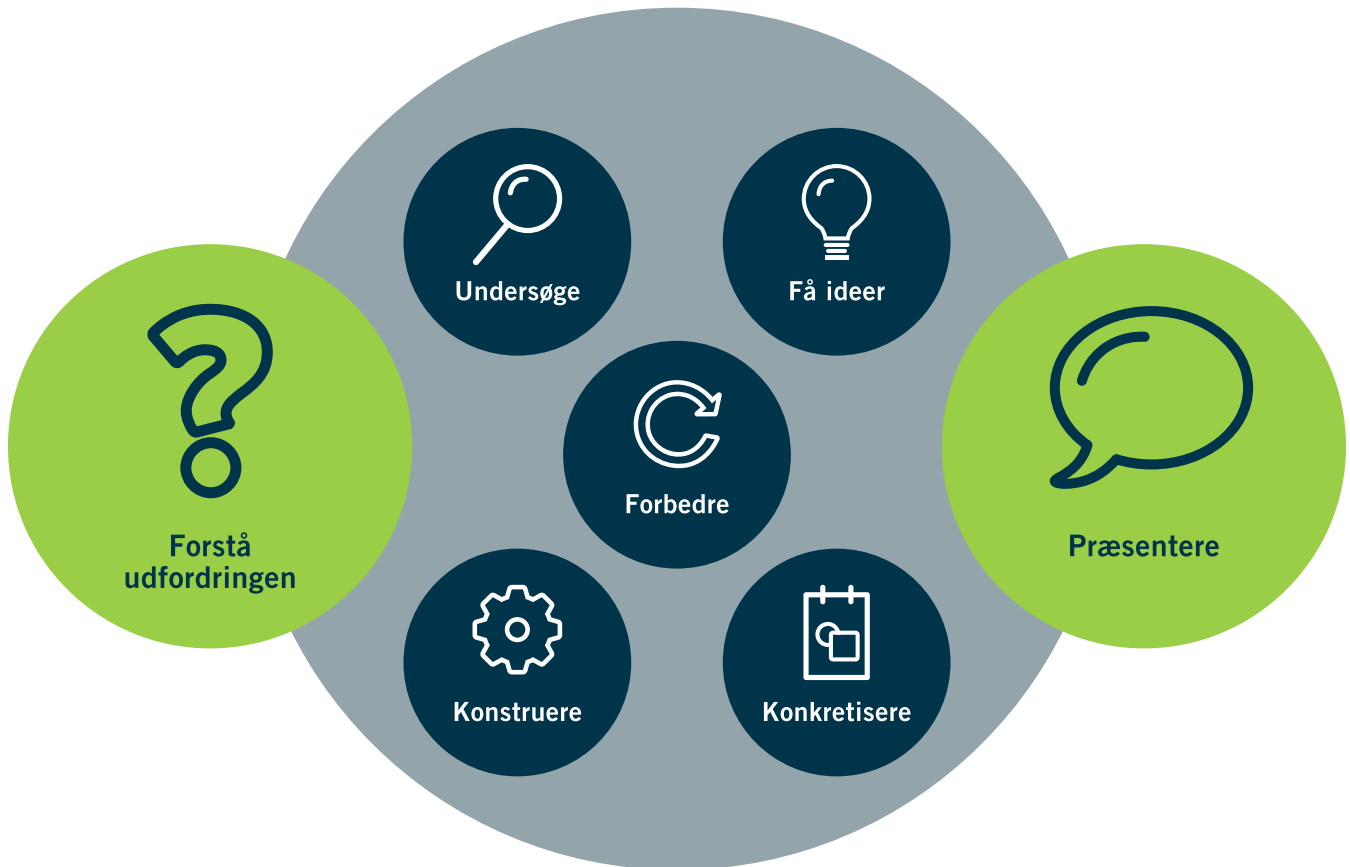
1. Lektionerne indledes med en kort intro og repetition fra sidst med fokus på engineering-udfordringen og kravene. Brug gerne slideshowet for at understøtte dette.
2. Eleverne skal arbejde med deres præsentation af deres proces og prototype.
3. Grupperne præsenterer deres arbejde med prototypen og processen.
4. Afrund forløbet med en klassesamtale om teknologiers betydning for reduktion af CO₂-udledning og gruppernes arbejde med engineering designprocessen.

Forberedelse

Overvej hvordan grupperne skal præsentere. Grupperne kan for eksempel præsentere for hele klassen eller for hinanden i mindre grupper. Bring gerne forløbets undervisningsmål tydeligt frem i dialogen med grupperne, for at underbygge deres erfaringer med at arbejde med statistik.

Engineering designprocessen

Læs mere om engineering på www.engineeringiskolen.dk



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