

Smæk på transporten

7.-9. klasse, fysik/kemi

Lærervejledning

Selvom vi måske ikke tænker så meget over det, så er vi alle sammen afhængige af forskellige typer transport. Vi skal til og fra skole, vores mad skal transporteres fra producenten og hjem i køkkenet og der er hele tiden varer der transporteres på tværs af jordkloden.

28% af den samlede danske CO₂-udledning (2019) stammer fra transportsektoren. I har måske hørt om nye typer motorer der skal mindske udledningen af CO₂, men der er også andre steder der kan forbedres for at energien kan udnyttes mere effektivt og CO₂-udledningen reduceres.

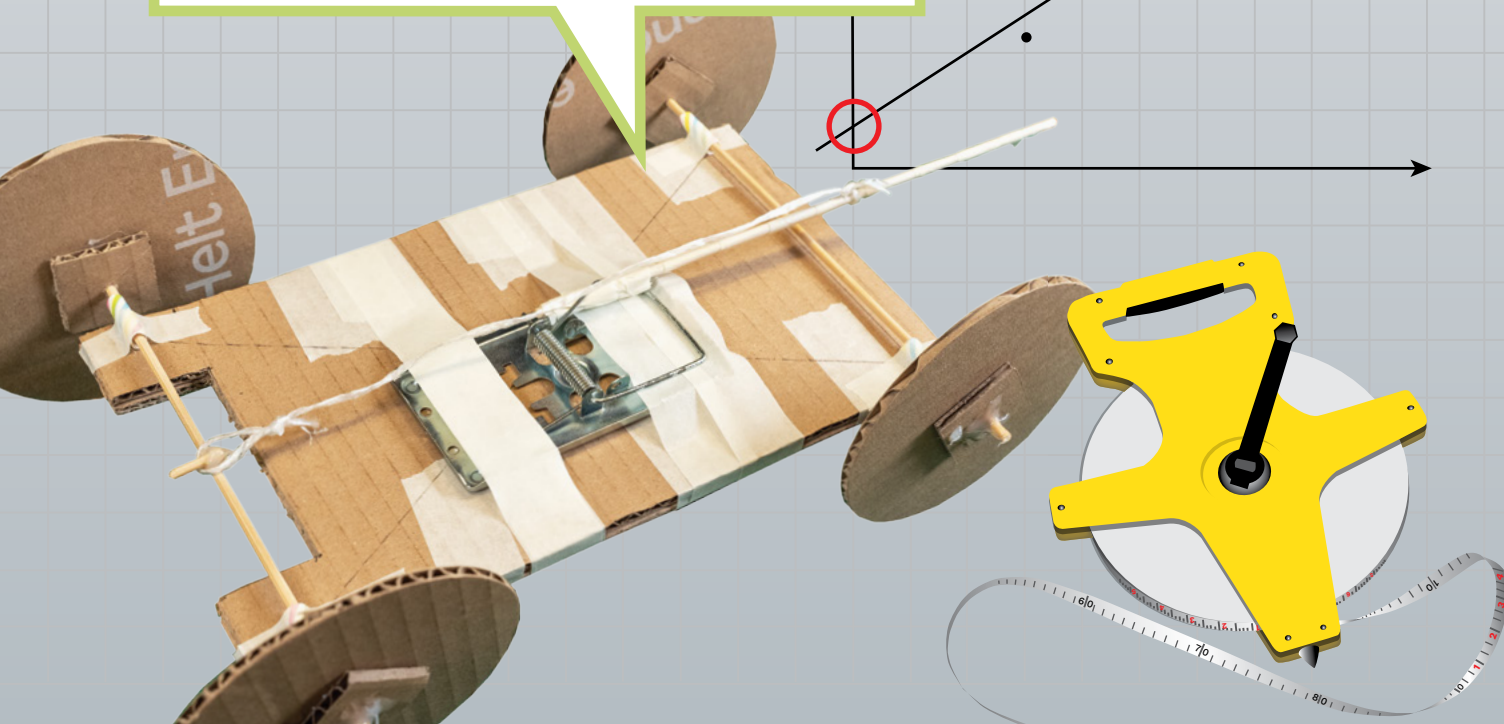
Udfordring og krav

Konstruer en prototype, der kan køre så langt som muligt, på den potentielle energi, der er lagret i en spændt musefælde.

I skal forholde jer til hvordan forskellige modeller kan bidrage til udvikling af løsninger, der kan reducere udledning af CO₂.

I skal redegøre for, hvordan overvejelserne omkring jeres prototype kan have en betydning for reduktion af CO₂-udledning i forbindelse med transport.

Engineering
i skolen



Smæk på transporten

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

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 David Russel og Nina Ahnstrøm, Engineer the Future.
Tak til eleverne på Kornmarkskolen for at være med til at afprøve materialet.

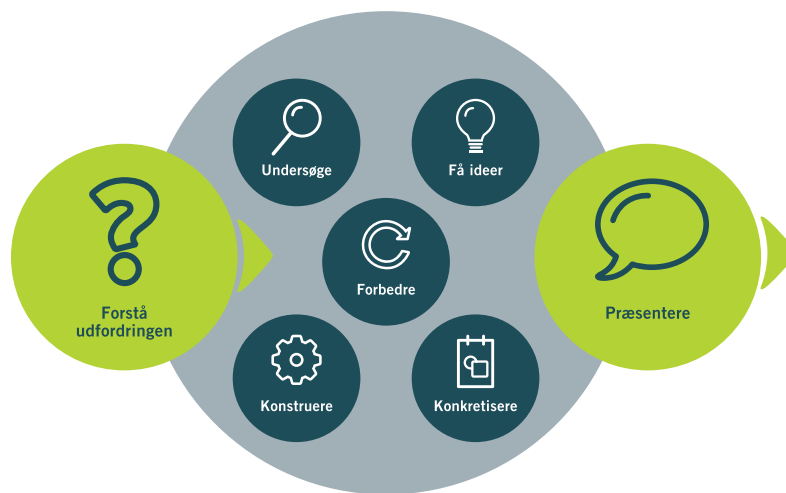
Engineering-baseret klimaundervisning er udviklet i samarbejde mellem Engineer the Future og Københavns Professionshøjskole, finansieret af VILLUM Fonden.

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 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-ning, overvejelser om designprocessen og valg truffet undervejs.

Lærerens rolle

Engineering-aktiviteter udfordrer traditionelle måder at tilrettelægge og gennemføre naturfagsundervisning 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 forløbsgenmængning
- Elevark
- Konstruktionsvideo til modelkøretøj
- 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

Fag

Fysik/kemi

Klassetrin

7.-9. klasse

Antal lektioner

12 lektioner á 45 minutter

Undervisningsmål

Dette undervisningsforløb er målrettet naturfags- og matematikundervisning på 7.-9. klassetrin. Forløbets primære naturfaglige fokus ligger i faget fysik/kemi. Undervisningsmålene er formuleret med henblik på at eleverne udvikler færdigheder og viden inden for de naturfaglige kompetenceområder. I dette forløb er der særligt fokus på færdigheds- og vidensområderne 'Energiomsætning', 'Modellering i naturfag' og 'Perspektivering i naturfag'. Der er formuleret følgende undervisningsmål for forløbet:

- Eleverne kan identificere og undersøge forskellige variable og deres betydning for effektiv energiomsætning i et modelkøretøj.
- Eleverne kan på baggrund af undersøgelser og konstruktion af modeller redegøre for, hvilken betydning deres prototype kan have i forhold til reduktion af CO₂-udledning i forbindelse med transport.
- Eleverne kan konstruere og revidere modeller med afsæt i egne undersøgelser, som en del af problemløsning.
- Eleverne kan tolke og analysere en matematisk model for lineære sammenhænge mellem en variabel og den afstand deres køretøj tilbagelægger.

Undervisningsmålene er et udtryk for de væsentligste intentioner og læringspotentialer.

Eleverne vil naturligvis også lære meget andet af forløbet, men netop disse fire undervisningsmål går igen og er metastilladseret i både elevark og opsamlinger i slideshowet. Dermed understøttes elevernes bevidsthed om egen læring, og undervisningsaktiviteterne kan anvendes som et formativt evalueringsredskab.

Beskrivelse af STEM-problemfelt

Verdens energiforbrug er stigende. Det medfører en øget CO₂-udledningen, som har alvorlige konsekvenser for klima og natur.

I dette engineering-forløb sættes der fokus på et af de områder der står for en stor del af vores samlede CO₂-udledning og som er en væsentlig del af vores alles hverdag, nemlig vare- og persontransport.

Transportsektoren udgjorde, i 2019¹, 28% af den samlede danske udledning af CO₂ og den største del af udledningen kommer fra vejtransport. Der kan derfor her være et potentiale for at reducere den samlede CO₂-udledning, ved at finde løsninger der udleder mindre CO₂.

Det er ressourcekrævende at udvikle og teste nye og mere energieffektive køretøjer. Der skal gennemføres mange tests og undersøgelser ved hjælp af forskellige modeller, fx matematiske modeller, simuleringer og ved at brug af fysiske modeller hvor dele af det samlede køretøj kan testes og optimeres inden det bliver til et færdigt køretøj.

Dette forløb har fokus på brugen af konkrete modeller til at undersøge, hvordan forskellige variable kan påvirke hvor langt et køretøj kan tilbagelægge på en fast mængde energi. Derudover arbejdes der med matematisk modellering og hvordan regressionsanalyse og CAS-værktøjer kan bruges til at generalisere data fra undersøgelser.

¹ Klimastatus og -fremskrivning 2023, Energistyrelsen, 2023.

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_sekternotat_4a_transport.pdf

Engineering-udfordring og produktkrav

Konstruer en prototype, der kan køre så langt som muligt, på den potentielle energi, der er lagret i en spændt musefælde.

I skal forholde jer til hvordan forskellige modeller kan bidrage til udvikling af løsninger, der kan reducere udledning af CO₂.

I skal redegøre for, hvordan overvejelserne omkring jeres prototype kan have en betydning for reduktion af CO₂-udledning i forbindelse med transport.

Materialeliste

- Musefælder (forløbet er afprøvet med metalmusefælder, da de er mest holdbare), 1 stk. pr. gruppe
- Pap
- Grillspyd
- Snor
- Sugerør
- Malertape
- Limpistoler
- Hobbykniv, 2 stk. pr. gruppe
- Lodder og vægte
- Målebånd/tommestok
- Linealer (eller malerrørepinde), min. 25 cm
- Bidetang
- Passer

Supplerende materialer

- Hjul i forskellige størrelser
- Hjulskærer
- CD'er eller lign. som kan fungere som hjul



Kort introduktion til forløbet

I forløbet 'Smæk på transporten' skal eleverne udvikle og designe ideer til at løse en kompleks problemstilling om at reducere CO₂-udledning fra transport. Viden til at løse udfordringen skal primært komme fra undersøgelser af et fysisk modelkøretøj, som fungerer som model for hvordan energiomsætningen i køretøjer kan forbedres, så de kører så langt som muligt på en bestemt mængde energi.

Hver gruppe bygger de modelkøretøjer, der drives af den energi der kan lagres i en spændt musefælde. Herefter overvejer klassen hvilke variable de kan ændre på for at få køretøjet til at køre længere uden at ændre på mængden af energi. Grupperne tester forskellige variables betydning for den distance køretøjet kan tilbagelægge og deler resultaterne med hinanden.

For at kvalificere deres videre arbejde, laves der matematiske modeller af sammenhængen mellem de variable de har undersøgt og køretøjets tilbagelagte afstand i et CAS-værktøj.

Gennem arbejdet med både de fysiske modeller og den matematiske modellering får eleverne et indblik i sammenhænge mellem distancen et køretøj kan tilbagelægge, den masse der flyttes, hastigheden det flyttes med samt mængden af omdannet energi det kræver at flytte køretøjet. Den samlede viden klassen har fået fra undersøgelserne af deres modeller benyttes til at udvikle en prototype af et køretøj der omdanner så stor en del af energien som muligt til at flytte køretøjet. Afslutningsvis præsenterer eleverne deres modeller og perspektiverer deres undersøgelser af energioptimering til reduktion af den samlede CO₂-udledning.

Lektionsnummer	Indhold	Delproces
1-2	Introduktion og rammesætning af problemfelt og udfordring Kort introduktion til 'Smæk på transporten'. Ekspertfilm og engineering-udfordring. Aktiviteter om energiforbrug og energiomsætninger. Mål og indhold af afsluttende præsentation introduceres.	Forstå udfordringen
3-4	Modelkøretøj Introduktion til CO ₂ -udledning fra transport. Hvordan kan der arbejdes med modeller. Modelkøretøj konstrueres Elevark 1A-1D, 'Modelkøretøj'. Identificere variable, planlægge undersøgelser.	Undersøge
5-6	Undersøgelser af variable Undersøgelser med modelkøretøjer, Elevark 2A-2D. Databehandling, Elevark 3, 'Undersøgelse af jeres data'. Refleksion, Elevark 4, 'Refleksion over resultater'.	Undersøge
7-8	Deling af resultater og udvikling af prototype Deling af resultater. Elevark 5, 'Jeres køretøj'.	Få ideer Konkretisere
9-10	Konstruktion og forbedring af prototype Prototyper konstrueres afprøves og forbedres.	Konstruere Forbedre
11-12	Præsentation Forberedelse af præsentation. Præsentation.	Præsentere

Forløbsspecifikke ekstra ressourcer

Det kan være en fordel, hvis man på forhånd har skåret hjul ud til gruppernes modelkøretøj, for at sikre at hjulene bliver helt runde. Der findes forskellige metoder til at udkære cirkler. Se fx denne video fra YouTube: [Cutting a Perfect Circles Out of Cardboard - YouTube](#)

I forløbet skal eleverne arbejde med regressionsanalyse i et CAS-værktøj. Hvis eleverne ikke tidligere har anvendt et CAS-værktøj, kan det være en fordel se en vejledning sammen. Det kan fx være denne video: [Regressionsanalyse i Geogebra – YouTube](#) til Geogebra. Stop ved 2.20 minutter.

Der findes mange forskellige vejledninger til at konstruere musefælde-biler, samt sammenhængen til energiomsætninger. Denne video giver et bud på fysikken bag og muligheder for optimering: [1st place Mousetrap Car Ideas - YouTube](#).

Didaktiske overvejelser før, under og efter

Før

'Energí' er et centralt begreb når man skal arbejde med transport og forbedring af køretøjer. I forløbet arbejdes der med de syv energiformer og energiomsætning. Hvis eleverne ikke tidligere har arbejdet med disse begreber, bør man som lærer vurdere, hvor meget begreberne skal fylde i forløbet. Forløbet kan bruges som en introduktion af begreberne eller som en repetition af tidligere arbejde med energiformer og energiomsætning. Forløbet egner sig også som en del af et længere undervisningsforløb omkring energí. Forløbet kan introduceres ved at tage ud og opleve omfanget af trafik ved en lokal hovedvej, togstrækning eller lignende. Det kan også introduceres ved at lave målinger af CO₂-niveauer på forskellige steder i trafikken eller på forskellige

tidspunkter hvor der er henholdsvis meget og lidt trafik.

Forløbet er tilrettelagt til at det kan gennemføres på 12 lektioner á 45 minutters varighed, men dette kan tilpasses efter den øvrige undervisning i emnet 'energí'. Lektionerne kan placeres som dobbeltlektioner eller med fordel samles i flere sammenhængende lektioner.

Det er en fordel at gennemføre forløbet i et faglokale med adgang til byggematerialer og mulighed for at lave undersøgelser på en lang og gerne bred bane. Vi anbefaler, at banen er minimum 20 meter lang og 4 meter bred. Gulvets overflade vil have betydning for elevernes afprøvninger af køretøjet.

Elevark 1A-1D beskriver hvordan et modelkøretøj kan konstrueres. Ønskes der flere frihedsgrader i denne del kan elevarket udelades og eleverne kan selv designe og konstruere de køretøjer de vil bruge til deres tests. De færdige vejledninger er lavet for at sikre at eleverne konstruerer køretøjer som er muligt at lave undersøgelser med, uden at det tidsmæssigt tager for stor en del af forløbet.

Det er muligt at konstruere chassis og hjul på lasercutter, hvis dette er tilgængeligt.

Elevmaterialet indeholder til delprocessen 'Undersøge' både en struktureret og en guidet udgave (Elevark 2A-2D). Se detaljer under forløbsgennemgangen.

Elevark 3, 'Undersøgelse af jeres data' stillader serer en regressionsanalyse og arbejdet med matematisk modellering. Det vil være muligt at tage denne del ud, hvis du som lærer vurderer at dine elever ikke er klædt på rent matematisk til at arbejde med opgaven. Eleverne vil fortsat kunne forholde sig til deres resultater på Elevark 4, 'Refleksion over resultater'. Se yderligere beskrivelse i forløbsgennemgangen.

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.

Udvælg og print/distribuer de af elevarkene det er valgt at bruge.

Under

Det er muligt at justere frihedsgraderne og at differentiere de forskellige aktiviteter, så de tilpasses forskellige grupper og elever.

Første del af forløbet er forholdsvis struktureret, men frihedsgraderne stiger undervejs i forløbet. Dette kan blandt andet understøttes ved at lade elevernes forbedringer inddrage flere variable end dem de tester på elevark 2A-D. Fx antal hjul, chassissets størrelse og form, materialevalg, gearinger o.lign.

Yderligere didaktiske overvejelser og pointer til de forskellige dele af forløbet beskrives i forløbsgennemgangen.

For nogle elever kan det at skulle præsentere deres arbejde fylde meget. For at give eleverne de bedste muligheder for at leve op til de krav der stilles til præsentationen, præsenteres de for dem tidligt i forløbet.

Efter

Overvej, hvad der skal ske med elevernes køretøjer og præsentationer, når forløbet er færdigt. Er der dele der skal gemmes eller dokumenteres, så det kan tage frem i forbindelse med forberedelse til afgangsprøver eller som skal inddrages i senere forløb?



Forløbsgennemgang

Lektion 1-2



INTRODUKTION OG RAMMESÆTNING AF PROBLEMFELT OG UDFORDRING

1. Undervisningsforløbet indledes i denne lektion med de første slides i præsentationen. De indeholder ekspertfilmen, hvor narrativ, udfordring og krav beskrives. Desuden præsenteres engineering designprocessen, samt hvilke krav der stilles til den afsluttende præsentation.
2. Herefter følger aktiviteten 'Mærk energiforbruget', hvor eleverne udenfor med egen krop skal mærke forskellen på det oplevede forbrug af energi, der bruges ved at tilbagelægge en afstand enten gående eller i løb. Når eleverne er tilbage i lokalet igen, samles der op på refleksioner omkring energiforbruget ved gå- og løbeturen.
3. Derefter præsenteres aktiviteten 'Energioomsætning' med en række forskellige energikæder. Aktiviteten kan enten løses som fælles klassesamtale eller fordeles gruppevis. Aktiviteten afsluttes med beskrivelse af energikæden og energioomsætningerne under elevernes transport til skole.
4. Dagen afsluttes med en snak om musefælder, hvordan energi kan lagres i en spændt musefælde og hvordan energien kan omsættes til at drive et køretøj fremad.

Forberedelse

- Overvej hvordan aktiviteterne 'Mærk energiforbruget' og 'Energioomsætning' bedst stilladseres for elevgruppen.

Lektion 3-4



MODELKØRETØJ

1. Lektionerne indledes med en kort intro og repetition fra sidst med fokus på engineering-udfordringen og kravene. Brug gerne slide-showet for at understøtte dette.
2. Derefter tages en klassesamtale eller gruppedrøftelse om CO₂-udledning fra transport. Samtalen kan tage udgangspunkt i figuren på slide 11.
3. Eleverne præsenteres herefter for en række forskellige modeller. Modellerne skal danne grundlag for en samtale om forskellige modeller i matematik og naturfag, og hvordan forskellige modeller kan bruges som værktøjer og til at understøtte undersøgelser og forståelser.
4. Eleverne inddeles i grupper og grupperne sættes i gang med Elevark 1, 'Modelkøretøj'. Forud for arbejdet diskuteres det, hvorfor det er en fordel at lave undersøgelser med identiske køretøjer.
5. Sørg for at grupperne fordeler arbejdet imellem sig.
6. Grupperne tester deres køretøj.
7. Afslut undervisningen med at eleverne identificer forskellige variable, der kan få køretøjet til at køre længere på den samme mængde energi.

Forberedelse

- Find fysiske modeller fra naturfag, som kan bruges som eksempler på forskellige typer modeller.
- Find byggematerialer til elevernes arbejde med modelkøretøjerne.

... Forløbsgennemgang

- Skær evt. hjul på 10 cm i diameter til grupperne på forhånd.
- Overvej egnet lokale eller sted på skolen til test af køretøjerne.

Elevark 1A

Modelkøretøj

Materiale:

- Musefælde
- Pap
- Gråstift
- Snor
- Sugner
- Maskintape
- Limstift

Modelkøretøjet består af flere dele som skal laves hver for sig og samles til det færdige køretøj til sidst.

- Chassis (grundplanen af køretøj)
- Hjul og aksler
- Musefælde og forlænget vippearms.

Følg opgaverne med at lave de forskellige dele mellem jer i gruppen, noter hvem der konstruerer hvad!

Opgave	Ansvarlig
1. A: Chassis (grundplanen af køretøj)	
1. B: Hjul	
1. C: Musefælde og forlænget vippearms	

Konstruer de forskellige dele.
Konstruktionen af de forskellige dele kan også følges ved at se konstruktionsvideoen her:

2 Smæk på transporten **Engineer the Future**

4 Smæk på transporten **Engineer the Future**

5 Smæk på transporten **Engineer the Future**

6 Smæk på transporten **Engineer the Future**

ELEVARK 1, 'MODELKØRETØJ'

Elevarkets formål

Elevarket skal hjælpe eleverne med at konstruere ens køretøjer, for at sikre at resultater kan sammenlignes og deles i klassen. Hver konstruktionsdel har sit eget elevark, som sikrer at arbejdet kan fordeles i gruppen:

- Elevark 1A, 'Fælles konstruktion af modelkøretøjet'
- Elevark 1B, 'Chassis'
- Elevark 1C, 'Hjul'
- Elevark 1D, 'Musefælde og forlænget vippearms'.

Didaktiske overvejelser

For at understøtte elevernes arbejde med køretøjet er der både video og skriftlig vejledning. Lad eleverne have begge muligheder til rådighed. Det er også muligt at lade eleverne designe og konstruere deres modelkøretøj selv. Vejledningen er lavet for at sikre at eleverne kan konstruere et funktionelt modelkøretøj der kan bruges til at teste variable.

Sørg for at grupperne får fordelt arbejdet imellem sig fra start af. Hvis grupperne ikke fordeler arbejdet, vil de have svært ved at nå i mål med konstruktionen. Gør det tydeligt, at hver opgave laves hver for sig, og til sidst skal hver del sættes sammen inden det kan testkøres. En-to elever laver chassiset, en elev laver hjul, en elev klargør musefælde og forlænget vippearms.

Der vil være lidt ventetid, mens limen tørrer, så eleverne skal arbejde effektivt.

Nogle grupper vil måske ikke blive helt færdige med deres modelkøretøjer, men sørg alligevel for at afslutte timen med en fælles snak om hvilke variable, der kan have betydning for at få køretøjet til at køre længere på den samme mængde energi. De grupper, der måske ikke er nået helt i mål med køretøjet, vil kunne indhente arbejdet næste gang.

Hvis modellen ikke kan køre, kan disse ting hjælpe eleverne videre:

- Ret på hjulene, måske sidder de skævt eller for tæt på akslen.
- Lim/tape hjulet fast til drivakslen, for at undgå at drivakslen snurrer rundt uden hjulet følger med.
- Tjek om der er lim i sugerørene, så akslen ikke kan trækkes rundt.
- Hvis køretøjet laver hjulspin eller ikke kan trække, kan det hjælpe at ændre lidt på snorens placering på den forlængede vippearms.

Lektion 5-6



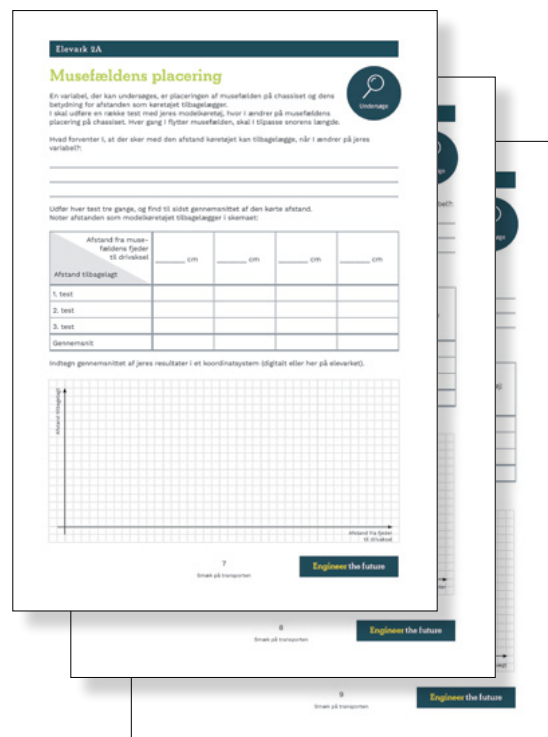
UNDERSØGELSER AF VARIABLE

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. Klassens identificerede variable repeteres, og understøtter en samtale om hvilke variable der kan have betydning for afstanden som køretøjet kan tilbagelægge.
3. Klassens forslag til variable fordeles så hver enkel variabel undersøges af 1-2 grupper.
4. Grupperne planlægger deres undersøgelse af den udvalgte variabel, og tilpasser denne på deres modelkøretøj. (Elevark 2A-2D).
5. Grupperne udfører deres test med deres variable. Hver test skal udføres tre gange og noteres i skemaet på elevarket.
6. Herefter skal grupperne behandle deres data igennem en regressionsanalyse med et CAS-værktøj (Elevark 3, 'Undersøgelse af jeres data').
7. Der samles op på undersøgelsen af variable ved at grupperne arbejder med Elevark 4, 'Refleksion over resultater'.

Forberedelse

- Vurder de enkelte gruppers behov for stilladsering i undersøgelsen: Elevark 2A-C er tæt stilladserede og understøtter elevernes arbejde med tre forskellige variable. Elevark 2D er mere åbnet, hvor eleverne stilladseres til selv at udvælge variable og designe deres undersøgelse.

- Derudover kan man også vælge at undlade at uddele elevark, og lade grupperne selv planlægge deres arbejde med undersøgelsen og databehandlingen efterfølgende.
- Grupperne vil have brug for målebånd til at måle deres modelkøretøjs kørte afstand.



ELEVARK 2A-2C, 'MUSEFÆLDENS PLACERING', 'HJULENES STØRRELSE' OG 'KØRETØJETS VÆGT'

Elevarkets formål

Elevark 2A-2C stilladserer undersøgelse af tre forskellige udvalgte variable:

- Musefældens placering
- Hjulenes størrelse
- Køretøjets vægt.

Didaktiske overvejelser

2A, 'Musefældens placering': På modelkøretøjet er musefælden placeret på midten af chassiset. Det væsentlige i denne undersøgelse er at flytte

... Forløbsgennemgang

musfældens frem eller tilbage på chassiset og undersøge hvilken effekt det har på den afstand køretøjet tilbagelægger.

'Hjulenes størrelse': På modelkøretøjet er hjulene 10 cm i diameter. I denne undersøgelse undersøges effekten af større hjul, fx 18 cm og 26 cm.

'Køretøjets vægt': Gruppen skal her undersøge, hvad der sker, hvis man øger modelkøretøjets vægt. Vægten kan øges ved fx at montere et lod eller en genstand (fx en rulle tape) til køretøjet. Brug evt. undersiden på chassiset, så vægten ikke er i vejen for musefældens. Forløbet er testet med forøgelse på mellem 15 g og 25 g.

Opsamling og pointer

2A, 'Musefældens placering': Elevernes resultater vil her indikere, at musefældens placering og dermed snorens længde, har en betydning for afstanden som køretøjet tilbagelægger. Jo længere fremme musefælden placeres, jo længere kan køretøjet køre. Dette skyldes at musefældens energi, fordeles på flere rotationer på køretøjets drivaksel. Når musefælden placeres langt tilbage på køretøjet, og snoren derved bliver kortere, kan det resultere i hjulspin. Dette skyldes at der ikke er nok friktion mellem hjulene og underlaget, og det kan være relevant at tage en snak med grupperne omkring dette.

2B, 'Hjulenes størrelse': Elevernes resultater vil vise, at større hjul medfører at køretøjet kører længere. Hvis hjulene bliver for store, vil kraften der overføres fra musefælden ikke overskride friktionen, og køretøjet vil derfor ikke kunne køre.

2C, 'Køretøjets vægt': Her vil elevernes resultat vise, at vægten har en betydning for afstanden som køretøjet tilbagelægger. Jo mere vægt, jo kortere afstand.

Elevark ID

Design undersøgelse af valgt variabel

I skal designe en undersøgelse af den valgte variabel.

Udvælg variabel:

Beskriv hvad I forventer at der vil ske, med den afstand køretøjet tilbagelægger, når I ændrer den valgte variabel og hvorfor?

Design af undersøgelse
Skriv hvad I vil undersøge hvad der sker, når variabelen ændres:

Beskriv hvordan I vil gennemføre jeres undersøgelse og hvordan I vil indsamle og registrere data fra undersøgelsen:

1. løb				
2. løb				
3. løb				
Gennemsnit				

10 Smæk på transporten Engineer the Future

10 Smæk på transporten Engineer the Future

ELEVARK 2D, 'DESIGN UNDERSØGELSE AF VALGT VARIABEL'

Elevarkets formål

Elevarket stilladserer gruppens eget undersøgelsesdesign.

Didaktiske overvejelser

Overvej om elevarket er nok til at få grupperne i gang, eller om der vil være behov for yderligere stilladsning.

... Forløbsgennemgang

ELEVARK 3, 'UNDERSØGELSE AF JERES DATA'

Elevarkets formål

Elevarket stilladserer en matematisk regressionsanalyse af gruppens resultater.

Didaktiske overvejelser

Det anbefales at eleverne bruger et CAS-værktøj til databehandlingen.

Opsamling og pointer

Grupperne vil i deres analyse af resultaterne komme frem til en teoretisk maximal tilbagelagt afstand for deres variabel. Denne afstand vil med stor sandsynlighed ikke kunne opnås, da undersøgelsen her ikke tager højde for friktion fra materialerne og underlaget.

Grupperne vil i deres bearbejdning af data fra deres undersøgelser muligvis komme frem til at de vil kunne øge størrelsen på deres variabel uendeligt og at de derved vil kunne køre uendelig langt. Det vil derfor være relevant at overveje styrker og svagheder ved deres matematiske model og analyse.

ELEVARK 4, 'REFLEKSION OVER RESULTATER'

Elevarkets formål

Elevarket understøtter en opsamling af gruppernes undersøgelse af deres udvalgte variabel. Dette elevark vil indeholde relevante informationer, der skal deles med klassen senere.

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'.

Opsamling og pointer

Når der samles fælles på de undersøgte variable, er det væsentligt at klassen i fællesskab har erfaret at musefældens placering, hjulenes størrelse og køretøjets vægt har en betydning for hvor langt modellen kan tilbagelægge.

Lektion 7-8



Få ideer



Konkretisere

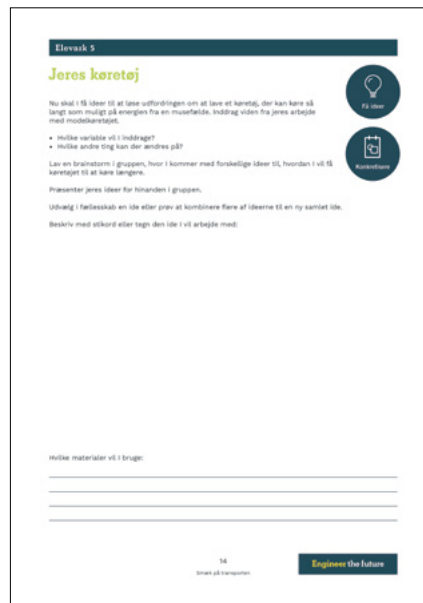
DELING AF RESULTATER OG UDVIKLING AF PROTOTYPE

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 præsenterer deres viden fra undersøgelsen af deres udvalgte variabel fra sidste gang. Dette kan gøres fælles i klassen eller i mindre grupper. Det er dog vigtigt, at alle grupper har viden om alle undersøgte variable.
3. Grupperne skal herefter arbejde med at optimere deres køretøj på baggrund af resultaterne af test af de forskellige variable.
4. Grupperne arbejder med Elevark 5, 'Jeres køretøj', hvor de skal beskrive eller tegne deres ide og notere hvilke materialer de skal bruge.
5. Når grupperne har konkretiseret deres ide, er de klar til at konstruere deres prototype. Det kan være, at dette arbejde først kan påbegyndes næste gang.

Forberedelse

Overvej hvordan der bedst samles op på gruppernes resultater, så alle grupper er sikret at have den nødvendige viden til deres videre arbejde med prototypen. Det kan gøres ved at skrive ind i slideshowet (slide 17), notere på tavle eller på anden vis, så det står tydeligt frem, at grupperne hver især har bidraget til klassens fælles viden.

Overvej om eleverne skal opfordres til at medbringe egnede materialer til arbejde med at konstruere deres prototype. Fx kan DVD'er bruges som hjul, skumplader kan bruges til chassis osv.



ELEVARK 5, 'JERES KØRETØJ'

Elevarkets formål

Elevarket understøtter gruppernes arbejde med at designe et nyt køretøj på baggrund af deres undersøgelser med modelkøretøjet.

Didaktiske overvejelser

Arbejdet med prototypen gør, at grupperne kan ændre på grundlæggende dele af designet i køretøjet. Der åbnes hermed op for ændringer af chassis, antal og placering af hjul og materialer. Dog skal der overvejes, om gruppernes ideer tidsmæssigt kan lade sig gøre.

Opsamling og pointer

Eleverne kan her have brug for andre materialer end der er stillet til rådighed, og overvej om det er noget som kan skaffes. Vær opmærksom på, at hvis eleverne ændrer på flere variable, er det ikke sikkert at prototypen vil kunne køre som forventet. Lad eleverne selv erfare dette i de næste lektioner.

Lektion 9-10



Konstruere



Forbedre

KONSTRUKTION OG FORBEDRING AF PROTOTYPE

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, 'Jeres køretøj'.
3. Grupperne skal teste og forbedre deres køretøj undervejs.
4. Præsenter igen eleverne for, hvilke krav der stilles til dem til den kommende præsentation. Start evt. med dette eller stop eleverne op undervejs. Der kan evt. startes med at arbejde med selve præsentationen.
5. Eleverne færdiggør deres konstruktion og forbedringer af prototypen.

Forberedelse

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

Eleverne bør kun have disse to lektioner til konstruktion og forbedringer af deres køretøj, og det kan være nødvendigt at begrænse gruppernes ideer. Det vil her være muligt at udvide forløbet og bruge mere tid på konstruktion og forbedringer af køretøjet.

Vær forberedt på, at hvis eleverne konstruerer et køretøj der ligner modelkøretøjet og både øger hjulstørrelse og placerer musefælden så den forlængede vippearms er så lang som muligt, vil de muligvis opleve at deres køretøj ikke kan køre. Det skyldes at begge justeringer påvirker gearingen mellem musefælden og køretøjet.

Derved risikerer de at den kraft musefælden overfører til drivakslen er mindre end friktionen i køretøjet.

Lektion 11-12



Præsentere

PRÆSENTATION

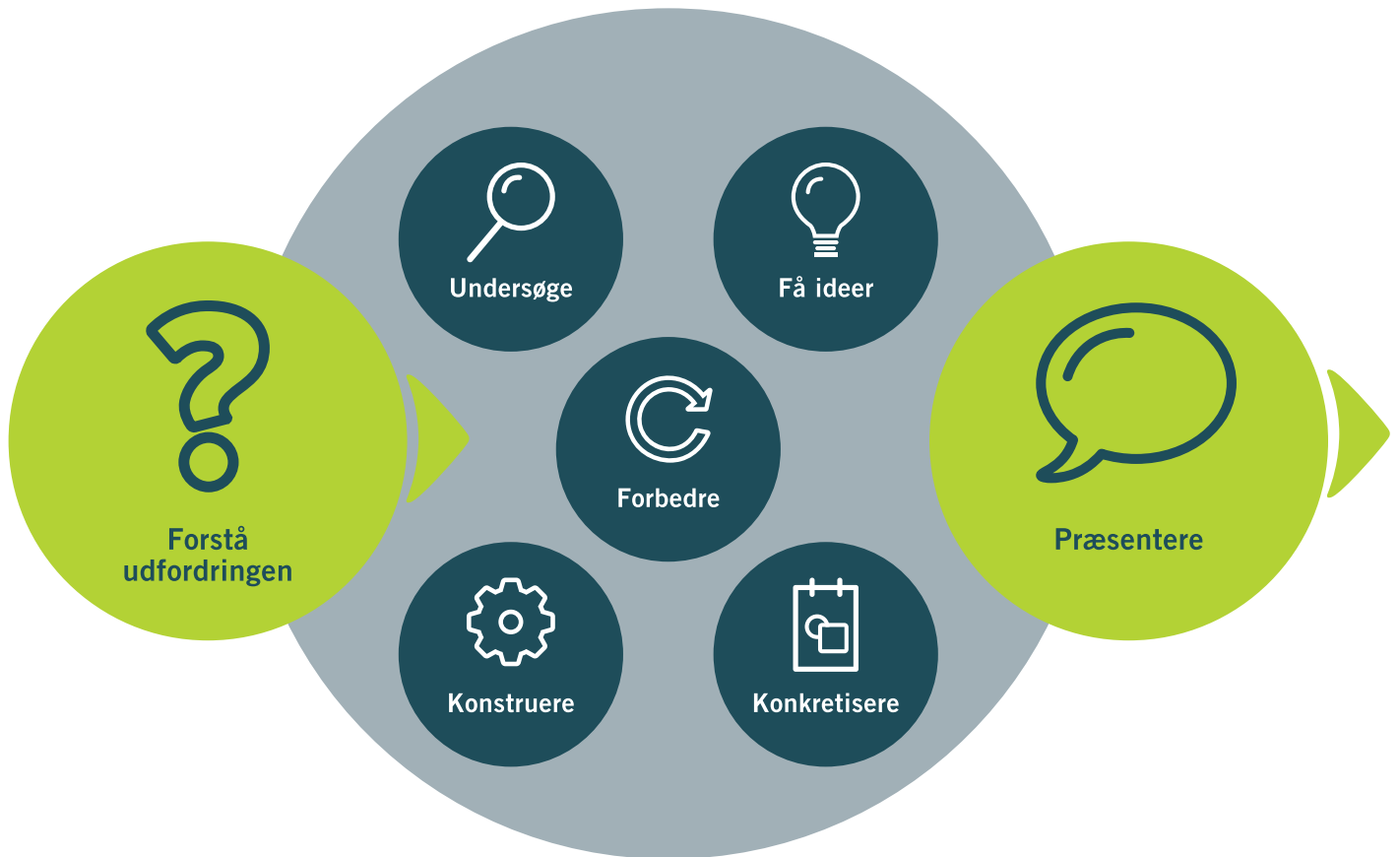
1. Lektionerne indledes med en kort intro og repetition fra sidst med fokus på engineering-udfordringen og kravene. Brug gerne slideshowet for at understøtte dette.
2. Eleverne skal arbejde med deres præsentation af deres proces og prototype.
3. Grupperne præsenterer deres arbejde med prototypen og processen.
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 præsentere for hele klassen eller for hinanden i mindre grupper, og bring gerne forløbets undervisningsmål tydeligt frem i dialogen med grupperne, for at underbygge deres erfaringer med at arbejde med modellering.

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.