

DESIGN ET KØRETØJ MED SOLCELLETEKNOLOGI

Engineering på Danmarks Tekniske Museum, Sort energi og grønne håb

Undervisningsvejledning



Kort beskrivelse af forløbet og engineering

Forløbet 'Design et køretøj med solcelleteknologi' er udviklet med udgangspunkt i den danske engineering-didaktik 'Engineering i skolen. Hvad, hvordan, hvorfor' til DTM's makerspace og særudstilling 'Sort energi og grønne håb'. Elevernes kreative og innovative design af konkrete prototyper på forskellige teknologiske udfordringer fra virkeligheden er essensen af engineering. I dette specifikke forløb er det med fokus på solcelleteknologi, som en af løsningerne på nutidens udfordringer med at finde bæredygtige alternativer til fossile brændsler (sort energi). Eleverne følger Engineering Designprocessens syv delprocesser (se side 4). Didaktisk er delprocesserne indbyrdes afhængige, hvor resultatet af en delproces, er afgørende for valget af den næste delproces. De iterative processer i Engineering Designprocessen er et centralt og gennemgående didaktisk princip ved udviklingen af nye teknologier gennem engineeringmetoden. Forløbets tidsramme på omkring 3 timer betyder at eleverne møder og arbejder med modellens delprocesser i en bestemt rækkefølge, og de gentagende processer er begrænset til at foregå i delprocessen 'konstruktion'. Du kan læse mere om engineering og didaktikken bag Engineering i skolen på hjemmesiden: engineeringiskolen.dk.

Mål for forløbet

Forløbet er udviklet til STEM-fagene i grundskolens udskolingsklasser, samt naturvidenskabelige fag på C- og B-niveau på STX med følgende undervisningsmål:

- At eleverne udvikler innovation og designfaglige kompetencer gennem engineering.
- At eleverne oplever, at de kan anvende viden fra egne undersøgelser til at designe og begrunde en prototype de selv har designet.

Indholdsmæssigt berører forløbet følgende:

- Grundskolens færdigheds- og vidensområder (fordelt på fag).
 - Fysik/kemi: 'Energiomsætning' og 'Produktion og teknologi'
 - Geografi: 'Jordkloden og dens klima'
 - Fællesfagligt: 'Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan' og 'Teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår'
- STX kernestof (fordelt på fag).
 - Naturvidenskabeligt grundforløb Fysik (C & B): 'Energi' og 'Elektriske kredsløb'
 - Naturgeografi (C & B): 'Innovation, bæredygtighed og ressourceforvaltning (i lokalt og globalt perspektiv)'
 - Teknologi (C)

Progression

På baggrund af test med klasser i efteråret 2021, er der udviklet særlige elevark (elevark 2 & 3) til henholdsvis grundskole og gymnasium (stx). Derudover kan man som underviser overveje følgende muligheder for progression:

- Ændre på kravene til prototypen (fx køre længere eller mere vægt).
- Stille yderligere krav til elevernes præsentation af prototypen (faglige begrundelser og processuelle læringer).

Elevmaterialet og rollen som underviser

Elevmaterialet består af to introduktionssider og otte elevark, som samlet bidrager til at stilladsere eleverne gennem engineering-processen fra 'forstå udfordringen' til den afsluttende 'præsentation'. Materialets elevark er udviklet så elevgrupperne ved at følge hvert elevarks struktur bliver guidet gennem engineering-processen. De *elevcentrede spørgsmål* på elevarkene er **handleanvisende**, så eleverne ved hvad de skal, **åbne**, så alle eleverne oplever at de kan være med, uanset deres faglige niveau og **fokuserede**, så eleverne hjælpes til at fastholde læringer undervejs, som er særligt væsentlige enten fagligt eller metodiske.

Således er underviserens rolle primært at facilitere, understøtte og løbende stille spørgsmål til elevernes arbejdsproces, fremfor at formidle fælles viden og give specifikke svar til alle elever samtidig.

Til hvert elevark er der en kort undervisningsvejledning, som beskriver elevarkets formål, forskellige anbefalinger til processen, samt de pointer ved processen som er særligt vigtige at fastholde og få samlet op på. Det er centralt at eleverne ved hvilken delprocess de er i gang med, husk derfor løbende at orientere dem om det. Undervisningsvejledningens indhold er ikke udtømmende, og vi opfordrer til at du som underviser gør dig dine egne erfaringer med forløbet, og finder din måde at facilitere forløbet med udgangspunkt i engineering-designprocessen.

Forberedelse til engineeringforløbet

Som forberedelse til besøget anbefales følgende:

- Elevernes lærer har på forhånd inddelt eleverne i grupper af tre.
- Elevark printet.
- Tjek at der er materialer og redskaber i Makerspace.
- Tjek at lysbane virker.
- Tjek at der er funktionelle biler, solceller (tre til hver gruppe) og multimeter til alle grupper.
- Tjek at der er en bane opmålt, hvor eleverne kan afprøve deres køretøj med batteri (elevark 2).

Materialeliste

Som udleveres til grupperne:

Køretøj, batteri m. batteriholder, 2 ledninger med krokodillenæb, 3 solceller, multimeter, lyskilde (evt. elevernes mobilbelysning), 20g ris i en ballon.

Som gruppen har adgang til i makerspace:

Papsugerør, ispinde, malertape, bølgepap, piberensere, limpistol.

DESIGN ET KØRETØJ MED SOLCELLETEKNOLOGI

Engineering på Danmarks Tekniske Museum, Sort energi og grønne håb

Udstillingen SORT ENERGI & GRØNNE HÅB ser både på energiens historie og på nogle af de nyeste energiteknologier, der i den nære fremtid kan være med til at dække vores energibehov på en grønnere og mere bæredygtig måde - til gavn for både os og klimaet.

Udnyttelse af solcelleteknologi har været kendt og anvendt som et bæredygtigt alternativ i en del år. Måske har du set solceller på hustage og selv prøvet at oplade din mobil med et lille solcellepanel. Udviklingen har de seneste år medført at solceller nu også kan anvendes som energikilde ved transport af mennesker, dyr og varer.

Udfordring

I skal designe og konstruere en prototype af et køretøj, der drives af solceller. Køretøjet skal kunne anvendes til at transportere pakker over en bestemt afstand hurtigst muligt.

Krav

I får udleveret et køretøj med bund, hjul og motor som I ikke må ændre undervejs. Resten skal I selv designe/konstruere.

Jeres prototype skal til sidst kunne køre ca. 4 meter med en pakke, som vejer 20 g. Køretøjet skal have et område på størrelse med en Post-it til at opbevare pakken på.

Den viden og erfaring, som I får gennem hele designprocessen, skal indgå i den afsluttende præsentation af jeres prototype.



Introduktion til eleverne af engineering designprocessen og selve forløbet

Introduktionenes formål

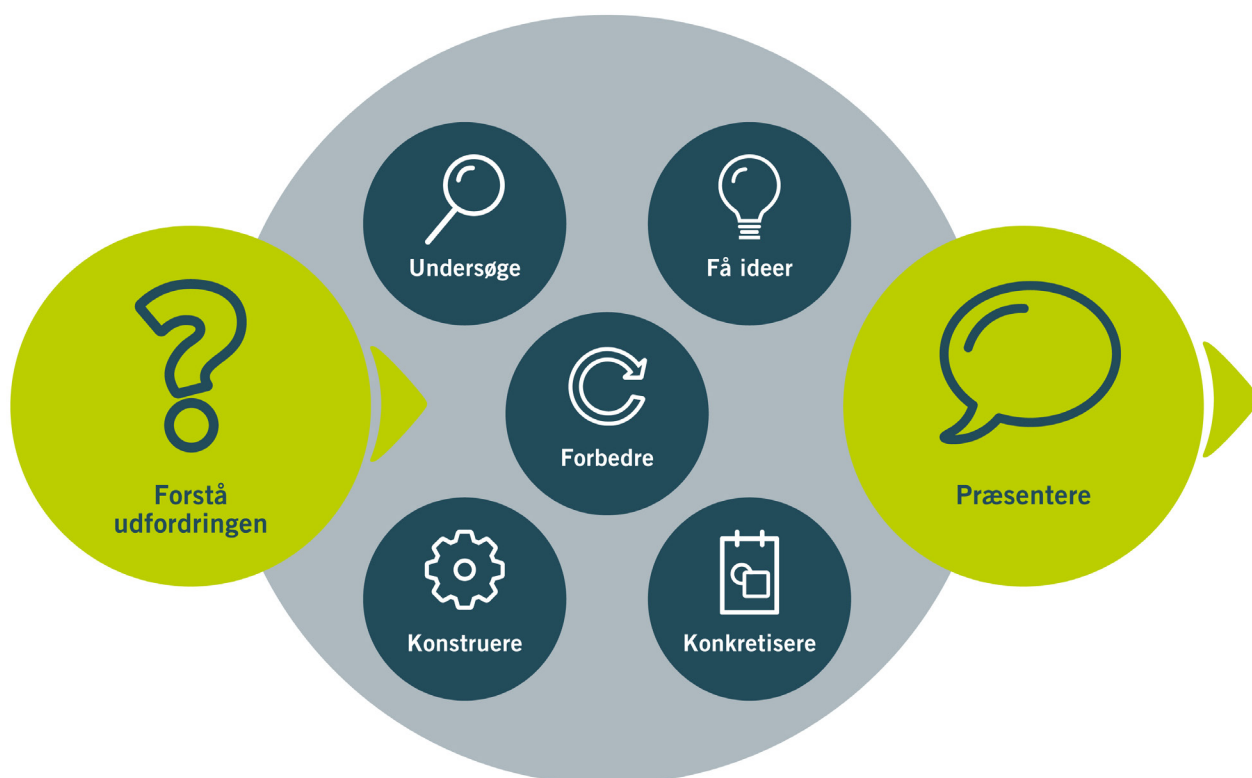
- At eleverne bliver introduceret for narrativet, udfordringen og sammenhængen til udstillingen.
- At eleverne bliver præsenteret for EDP-modellen og hvordan de skal følge den.

Anbefalinger til denne del

- Introduktionen (15 min) foregår ved trappen foran museets makerspace. Eleverne sætter sig i de grupper som lærerne på forhånd har inddelt dem i, og hver gruppe får udleveret ét sæt med elevark og en blyant.
- Underviserne byder velkommen, præsenterer sig selv og sin rolle som facilitator (hjælper/tidsstyrer) på dagen.
- Elever introduceres for narrativet og udfordringen med udgangspunkt i udstillingen "Sort energi og grønne håb".
- Med udgangspunkt i udfordringen gennemgås EDP-modellen og tidsplanen. Hver delproces præsenteres ved at underviseren flytter sig mellem de enkelte gulvmåtter, som er placeret foran trapperne. Undervejs er det vigtigt at formidle kort hvad processen skal bidrage med og hvordan den skal foregå. Fx at udstillingen skal anvendes til at blive klogere på udfordringen.
- Introduktionen kan foregå på flere måder, men man bør som underviser have tænkt sin formidling igennem med ovenstående elementer.

Opsamling, som skal tages med videre

- I forlængelse af introduktionen af engineeringudfordringen laver eleverne elevark 1, så de får en yderligere indsigt i det køretøj som de senere skal videredesigne.



Engineering-design-processen

I skal i grupper følge engineering designprocessens syv delprocesser. Jeres underviser vil løbende fortælle jer hvilken delproces I arbejder med, hvad I skal og hvornår I skal gå videre til næste delproces. Elevarkene på de næste sider er en hjælp til de forskellige delprocesser, så I til sidst kan præsentere jeres løsning til udfordringen.

Tidsplan

Intro	15 min
Forstå udfordringen	40 min
Undersøge	25 min
Pause	
Få ideer	25 min
Konkretisere	10 min
Konstruere, Test og Forbedre	30 min
Præsentere	30 min

Dette undervisningsmateriale er udarbejdet af Engineer the Future for Danmarks Tekniske Museum.
 Forfattere: Mads Joakim Sørensen og Anne Dorte Spang-Thomsen, oktober 2021.
 Se mere om engineering på engineeringiskolen.dk

Elevark 1, PROTOTYPE AF KØRETØJ

Elevarkets formål

- At eleverne gennem egne undersøgelser af køretøjet får viden om elektriske kredsløb, køretøjets funktionalitet, samt hvilke variable der har indflydelse på køretøjets fremdrift.

Gode råd til processen

- Foregår i Makerspace og eleverne får udleveret køretøjet, to ledninger, og ét batteri i batteriholder.
- Lav på forhånd baner på 4 meter, med to stykker tape på gulvet.
- Brug 2 minutter på opstart, 8-9 minutter på elevopgaven, 3 minutter på opsamling.
- Sig de fortsat er ved delprocessen 'Forstå udfordringen', og at de også arbejder med delprocessen 'undersøge' da denne er nødvendig for at kunne forstå udfordringen.
- Vis køretøj og materialer (nævn batteri, ledninger, motor og omløbere), samt forklar opgaven inden eleverne får udleveret køretøjet.
- Alt efter niveau kan det være nødvendigt at forklare hvad en variabel er. Brug et eksempel som de kender fra deres hverdag, ikke køretøjet – fx hvilke variable (forhold) som har betydning for hastigheden, når de fx cykler en tur.
- Lad en fra hver gruppe komme op og hente køretøjet og materialer. Understreg at de ikke må ændre på køretøjet. Men skal få køretøjet til at køre 4 meter og samtidig undersøge hvilke forhold der har indflydelse på det.
- Gå rundt mellem grupperne og fasthold dem på opgaven. Centralt at alle grupper får en succes tidligt = køretøjet bevæger sig, samt at de får noteret variable på deres elevark.
- Opfordr undervejs eleverne til at teste flere gange, og bed hver gang gruppen drøfte både hvad de vil teste og resultatet af testen.
- Ved opsamlingen – lad hver gruppe komme med kun ét bud på en variabel, og sørg for at pointer nedenfor er med i opsamlingen.

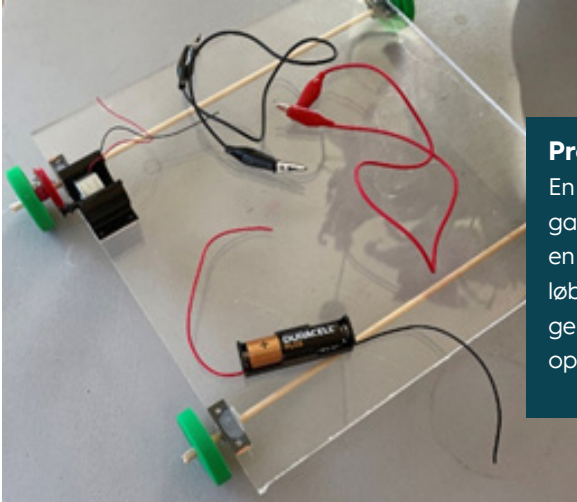
Opsamling, som skal tages med videre

- Køretøjet er en prototype (foreløbigt produkt) og kan forbedres gennem test (gentagende test og forbedring er centralt ved designprocesser som engineering).
- Forskellige variable som har betydning for fremdriften – centralt for deres videre arbejde er særligt motor og batteri – men anerkend alle forslag.
- Elektrisk kredsløb er nødvendig for at motoren vil køre og at der er tale om jævnstrøm.
- Afgræns til sidst ved at understrege at eleverne kun må designe videre oven på køretøjet.

Elevark 1

PROTOTYPE AF KØRETØJ

15 minutter (makerspace)



Prototype

En prototype er en foreløbig udgave af et produkt. Formålet med en prototype er at teknologien løbende kan testes og forbedres gennem 'nye' designidéer til fx opgaveløsning og funktionalitet.



I får ét 1,5 volt batteri, to ledninger og en prototype af et køretøj med en 1,5 - 4,5 volt motor.

Opgave 1

- A. Få køretøjet til at bevæge sig 4 meter. Undersøg og noter samtidig hvilke variable der har indflydelse på køretøjets fremdrift.
- B. Identificer og beskriv efterfølgende hvilke variable som har størst betydning for køretøjets fremdrift og som I vurderer som centrale for at løse udfordringen.

1A. Notér forskellige variable fra undersøgelsen:

1B: Beskriv de tre vigtigste forhold som I senere kan få brug for I jeres designproces:

Elevark 2, BÆREDYGTIG TEKNOLOGI TIL TRANSPORT - GRUNDSKOLE

Elevarkets formål

- At stilladsere elevernes besøg i udstillingen, og understøtte, at de fokuserer på transportteknologier på den sorte side i et historisk perspektiv.
- At begrebet 'bæredygtig udvikling' introduceres, og eleverne anvender det til at forholde sig til teknologier på podiernes grønne side.
- At eleverne opnår forståelse for, at udviklingen af ny teknologi giver nye muligheder for udnyttelse af bæredygtige energikilder.

Gode råd til processen

- Introducer udstillingen for klassen når I er i udstillingen. Særligt fokus på opbygningen med sort og grøn side. At opgave 1 skal løses først og at I samles ved det sidste podie inden de laver opgave 2 til den grønne side.
- Fortæl eleverne at de er i delprocessen 'Forstå udfordringen' og at udstillingen skal give dem viden til brug i designudfordringen.
- Opgave 1: Opgaven præsenteres og grupperne sendes ud i udstillingens sorte side. Efter 6-7 minutter, samles grupperne ved sidste podie hvor der samles op på elevernes undersøgelse af transportteknologier og pointen med at fossile brændsler historisk har været det fortrukne drivmiddel, samt hvorfor det er problematisk.
- Opgave 2: Opgaven præsenteres og bæredygtighed som begreb introduceres samtidig. Herefter sendes eleverne igen ud i udstillingen. Efter 6-7 minutter, samles eleverne ved solcellepodiet. Der samles op på elevernes undersøgelse af bæredygtige teknologier, samt anvendelse af teknologien som energikilde til et køretøj.
- Der afsluttes med et kort fagligt oplæg om solceller ud fra solcellepodiet. Fokuser på anvendelsesmuligheder, samt fordele som størrelse og solen som energikilde, og på udfordringer som dag/nat og vejret. Med fordel inddrages data fra solcelleanlægget.

Opsamling, som skal tages med videre

- Eleverne skal indse, at drivmidlet for teknologierne på den sorte side udelukkende er fossile brændstoffer og at det i nutiden ikke er en bæredygtig løsning.
- Forståelsen af hvordan solceller kan være et alternativt og mere bæredygtigt drivmiddel til køretøjer.

BÆREDYGTIGE TEKNOLOGIER TIL TRANSPORT

25 minutter (udstillingen)



Udstillingen 'Sort energi og grønne håb' er både historien om, hvordan fossile brændstoffer har revolutioneret vores verden, og hvordan der lige nu arbejdes med at skabe en fremtid uden kul, olie og gas. Udstillingen har en sort og en grøn side.

Opgave 1

Gå ud i udstillingens historiske side (den sorte side) og find forskellige eksempler på teknologier som er blevet anvendt til transport. Undersøg og drøft i gruppen hvilke brændsler de forskellige transportformer anvendte.

Notér jeres undersøgelse i tabellen:

Transportteknologier	Brændsel

Opgave 2

Gå i udstillingens grønne side og find tre eksempler på teknologier som udnytter bæredygtige energikilder. Argumenter for hvorfor de er bæredygtige.

Notér jeres undersøgelser i tabellen:

Bæredygtige teknologier	Argumenter for teknologiens bæredygtighed

Elevark 2, BÆREDYGTIGE TEKNOLOGIER TIL TRANSPORT - GYMNASIUM

Elevarkets formål

- At stilladsere elevernes første besøg i udstillingen, og understøtte, at de fokuserer på transportteknologier og bæredygtighed på den sorte side i et historisk perspektiv.
- At eleverne finder eksempler på bæredygtige energikilder på de grønne podier og at de får forståelse for at udviklingen af ny teknologi giver nye muligheder for udnyttelse af bæredygtige energikilder.
- At eleverne kan beskrive energikæden for et soldrevet køretøj, ved at inddrage energikilde og energiformer.

Gode råd til processen

- Introducer udstillingen for klassen når I er i udstillingen. Særligt fokus på opbygningen med sort og grøn side. At opgave 1 skal løses først og at I samles ved det sidste podie inden de laver opgave 2 til den grønne side.
- Fortæl eleverne at de er i delprocessen 'Forstå udfordringen' og at udstillingen skal give dem viden om bæredygtige transportteknologier og energikilder som kan anvendes til at forstå/løse designudfordringen.
- Opgave 1: Opgaven præsenteres og det forklares at begrebet bæredygtighed skal anvendes til at vurdere de forskellige transportteknologier. Grupperne sendes ud i udstillingens sorte side. Efter 6-7 minutter, samles grupperne ved sidste podie hvor der samles op på elevernes undersøgelse af transportteknologier og pointen med at fossile brændsler historisk har været det fortrukne drivmiddel (energikilde), samt hvorfor det ikke er bæredygtigt.
- Opgave 2: Opgaven præsenteres og begreber som energiformer og energikæde introduceres fx med udgangspunkt i et dampdrevet tog. Grupperne sendes ud i udstillingens grønne side. Efter 6-7 minutter, samles eleverne ved solcellepodiet. Der samles op på elevernes undersøgelse af bæredygtige energiteknologier (opgave 2A) med fokus på energikilde, energiformer og anvendelsesmuligheder.
- Med udgangspunkt i elevernes besvarelse af opgave 2B 'Energikæde for solceller på et køretøj' afsluttes der med et kort fagligt oplæg om solceller. Anvend podiet til at forklare om solcellers anvendelsesmuligheder, samt fordele som størrelse og solen som energikilde, og på udfordringer som dag/nat og vejret. Med fordel inddrages data fra solcelleanlægget.

Opsamling, som skal tages med videre

- Eleverne skal indse, at drivmidlet for teknologierne på den sorte side udelukkende er fossile brændstoffer og at det i nutiden ikke er en bæredygtig løsning.
- Forståelsen af hvordan solceller er et alternativ og en mere bæredygtig energikilde til køretøjer, men at der altid er udfordringer.
- Forståelse af at den teknologiske udvikling hænger sammen med udviklingen i samfundet, og at bæredygtighed ikke kun afhænger af teknologiens påvirkning af naturgrundlaget.

BÆREDYGTIGE TEKNOLOGIER TIL TRANSPORT

25 minutter (udstillingen)



Udstillingen 'Sort energi og grønne håb' er både historien om, hvordan fossile brændsler har revolutioneret vores verden, og hvordan der lige nu arbejdes med at skabe en fremtid uden kul, olie og gas. Udstillingen har en sort og en grøn side.

Opgave 1

Gå ud i udstillingens historiske side (den sorte side) og find forskellige eksempler på teknologier som er blevet anvendt til transport. Inddrag bæredygtig udvikling i jeres argument.

Notér jeres svar i tabellen:

Transportteknologier	Argumenter for hvorfor de er placeret på den sorte side

Bæredygtig udvikling

'En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.'

Brundtland-rapporten (1987).

Udvikling af bæredygtige teknologier beskrives ofte som løsninger på menneskers negative udnyttelse af naturgrundlaget, men teknologier kan ikke vurderes uden også at forholde sig til økonomisk og social bæredygtighed.

BÆREDYGTIGE TEKNOLOGIER TIL TRANSPORT



Opgave 2

- A. Gå i udstillingens grønne side og find tre eksempler på teknologier som er bæredygtige. Drøft hvilke energikilder teknologien anvender og hvilke energiformer som omsættes i teknologien.
- B. Lav en model (tegning) som viser energikæden for brugen af solceller som energikilde til transport.

2A: Noter eksempler på bæredygtige energiteknologier.

Energikilder:

Med en energikilde kan vi producere energi. Vi bruger fossile energikilder (fx olie og gas) og vedvarende energikilder (fx vindkraft, solenergi og biomasse).

Energiformer:

Potentiel, kinetisk, termisk, kemisk, elektrisk, stråling og kerneenergi.

Energikæde:

Begrebet energikæde bruges til at beskrive, hvordan energiomsætning foregår fra forskellige energikilder og undervejs omsættes til forskellige energiformer, før den når forbrugeren.

2B: Tegn jeres energikæde for brugen af solceller til transport:

Elevark 3, SYSTEMATISK UNDERSØGELSE AF SOLCELLER - GRUNDSKOLE

Elevarkets formål

- At eleverne får viden om solceller både gennem oplæg og egne undersøgelser
- At eleverne selv designer og derefter gennemfører og konkluderer en systematisk undersøgelse af solcellers effektivitet.

Gode råd til processen

- Eleverne går fra udstillingen til enten makerspace eller andet opvarmet lokale. Ved sidstnævnte skal grupperne tage deres egne ting, samt køretøj med til lokalet.
- Hvis det er skyfrit i sommerhalvåret kan elevark 3 med fordel laves udenfor, hvis overskyet eller koldt vejr laves øvelsen indendørs og eleverne skal anvende deres lommelygte på telefonen som lyskilden.
- Lad eleverne vide at de nu skifter delproces fra 'Forstå udfordringen' til 'Undersøge' - saml eventuelt op hvad vi ved indtil nu. Pointér, at der nu findes både bæredygtige og billige teknologier som kan anvendes til energikilde og at de kan erstatte batteriet på køretøjet - et bud er solceller.
- Præsenter alle 3 opgaver på elevarket og at det samlede formål er at undersøge hvor meget energi eleverne kan få ud af solceller under forskellige forhold. Fokuser på at det skal ske systematisk hvis de skal kunne konkludere efterfølgende. Udlever 1 stk. solcelle og et multimeter, inden hver enkelt opgave gennemgås. De kan senere få udleveret flere solceller.
- Opgave 1: Eleverne skal i gruppen drøfte og notere hvilken viden de har om solceller, herunder hvilke forhold der kan have indflydelse på solcellens effektivitet.
- Opgave 2 (grundskole): Fortæl at for at kunne lave undersøgelsen skal de først kunne anvende et multimeter - da det kan måle hvor meget energi solcellen kan give - udtrykt som spændingsforskel (volt). Spændingsforskel er meget abstrakt for grundskoleelever, så pointer at jo højere værdi (volt) de kan måle, jo større er solcellens effektivitet. Multimetret må ikke blive en begrænsning for processen, så husk at det skal være indstillet korrekt på forhånd. Når de kan måle solcellens effektivitet skal de udføre forskellige systematiske undersøgelser. Brug tabellerne til at vise kendetegn ved systematiske undersøgelser, at der kan være flere variable som har indflydelse og at man kun undersøger en af gangen for at konkludere efterfølgende.

Indenfor kan undersøges:

- 1) Lysstyrke (anvend mobiltelefonens lommelygte ved forskellige styrker)
- 2) Afstand til lyskilde (lommelygte med samme afstand)
- 3) Antal solceller

Udenfor kan undersøges:

- 1) Hældning i forhold til sol
- 2) Lysintensiteten (skyer)
- 3) Antal solceller

- Opgave 2 (gymnasium): Fortæl eleverne at de selv skal designe en systematisk undersøgelse af solcellernes effektivitet. Fortæl at der er flere variable som har indflydelse på det og at de derfor skal designe flere mindre undersøgelser. At de skal have godkendt deres undersøgelsesdesign inden de gennemfører undersøgelserne.
- Opgave 3: Fortæl at når de har lavet 2-3 undersøgelser, skal de konkludere hvilken viden fra deres undersøgelser de kan anvende hvis de designer et køretøj, som er drevet med solceller.
- Brug 3-4 minutter på indledning, 15-20 minutter på elevarket, 2-3 minutter på opsamling.

Opsamling, som skal tages med videre

- *Størst spænding (volt) opnås når solen/lyskilden står vinkelret på solcellens overflade.* Udenfor betyder det at solceller justeres efter solens højde på himlen. Indenfor betyder det at solceller skal ligge vandret på køretøjet.
- *Lysintensiteten har betydning for effekten.* Udenfor betyder det at solcellerne skal orientere sig mest muligt mod solen, ligegyldig hvilken retning bilen skal køre. Indenfor betyder det desuden, at afstand mellem solcelle og lyskilde skal være mindst mulig.
- *Flere solceller forbundet i serie giver større spænding.*
- Pointer med kursiv er dem eleverne skal have med fra undersøgelsen og som skal sikres gennem dialog ved opsamlingen. Betydningen for deres design skal de selv komme frem til senere, så undgå at relatere undersøgelsens resultater til deres design med mindre de selv kommer ind på det.

Elevark 3 - GRUNDSKOLE

SYSTEMATISK UNDERSØGELSE AF SOLCELLER

25 minutter (makerspace)



Opgave 1 - viden om solceller

Drøft i gruppen hvilken viden I har om solceller, herunder hvilke forhold som har betydning for hvor meget energi de kan omsætte.



Noter jeres viden herunder:

Opgave 2 - systematisk undersøgelse

- A) Anvend multimeteret til at måle spændingsforskellen hen over solcellen og noter den højeste værdi I kan måle i volt.
- B) Undersøg systematisk hvordan I kan øge spændingsforskellen på solcellen. I kan fx ændre på lysstyrke, afstand til lyskilde og antal solceller. Udfyld tabellerne når I udfører undersøgelseerne.

Højeste værdi målt: _____ V

Lysstyrke	volt

Solcellers hældning	volt

Afstand (cm)	volt

Antal solceller	volt

Opgave 3 - konklusion

Brug resultaterne fra jeres undersøgelser. Hvilke forhold (variable) ved solceller skal I være opmærksomme på, når I skal designe et køretøj der skal køre så hurtigt som muligt.

Noter jeres konklusion herunder:



SYSTEMATISK UNDERSØGELSE AF SOLCELLER

25 minutter (makerspace)



Opgave 1, viden om solceller

Drøft i gruppen hvilken viden I har om solceller, som kan have betydning for hvor meget energi de kan give.



Noter jeres viden herunder:

Opgave 2, Design af systematisk undersøgelse

- A) Anvend multimeteret til at måle spændingsforskellen hen over solcellen og noter den højeste værdi I kan måle i volt.
- B) Lav forskellige undersøgelsesdesign som systematisk undersøger solcellers maksimale spænding (volt) under forskellige forhold. Skriv i tabellerne nedenfor hvilken variable I vil undersøge, samt med hvilke variationer. Til undersøgelsen får I udleveret solceller og et multimeter.

Højeste spændingsforskel målt: _____ V

	volt

	volt

	volt

	volt

Opgave 3 - konklusion

Når designet er godkendt, gennemføres undersøgelserne og jeres målinger noteres i tabellerne. Anvend resultater fra jeres undersøgelser til at konkludere; Hvilke forhold (variable) ved solceller I skal være opmærksomme på, når I skal designe et køretøj der skal køre så hurtigt som muligt.

Noter jeres konklusion herunder:

Elevark 4, VERDENS DÅRLIGSTE IDE

Elevarkets formål

- At eleverne har en helt åben brainstorm og forholder sig til mange ideer iff udviklingen af deres solcellekøretøj.
- At alle elever er aktive i processen og kommer med ideer.

Gode råd til processen

- Før processen går i gang, bed da alle grupper om at sætte deres køretøjer på gulvet så langt væk, at de ikke distraheres af dem.
- Fortæl, at de nu går ind i en ny delproces, 'Få ideer'.
- Giv eleverne 5 minutter til at få dårlige ideer. Understreg at de dårlige ideer skal være virkelig dårlige – gør det til en sjov og 'langt-ude'-opgave. Gå rundt blandt grupperne og grin sammen med dem når de får virkelig dårlige ideer.
- Saml op på de dårlige ideer. Lad hver gruppe dele deres værste ide.
- Nu skal eleverne vende de dårlige ideer til virkelig gode ideer. Husk at de skal udfylde skemaet. Brug ca. 5 minutter.

Opsamling, som skal tages med videre

- Et fælles resultat på nogle konkrete ideer de kan arbejde videre med i elevark 6, og senere integrere i deres design.
- Et væld af ideer, som gruppen kan vende tilbage til hvis de går i stå i det videre arbejde med prototypen.

Elevark 4

VERDENS DÅRLIGSTE IDE

OMSÆT VIDEN TIL IDEER

15 minutter (makerspace)



Opgave 1

Lav i gruppen en masse post-it's med skøre/dårlige ideer til 'Hvordan skaber I verdens dårligste køretøj drevet med solceller?'

Opgave 2

Vend nu alle de dårlige ideer til noget positivt. I skal designe 'Verdens bedste transportkøretøj drevet på solceller'. Skiftevis vælger en fra gruppen en "dårlig" ide, hvorefter gruppen drøfter hvordan den kan vendes om til noget positivt. Ideerne beskrives kort i tabellen nedenfor og underbygges fagligt med viden fra jeres foregående undersøgelser.

IDÉ-BESKRIVELSE	FAGLIG BEGRUNDELSE
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Elevark 5, HVILKE IDÉER VÆLGER VI?

Elevarkets formål

- At stilladsere en struktureret udvælgelse af gruppens bedst mulige ideer.
- At træne eleverne i at arbejde struktureret i idefasen.

Gode råd til processen

- Start med at repetere udfordring og krav, så alle husker hvilken udfordring det er ideerne skal løse.
- Fortæl kort om hvordan diagrammet skal bruges. Ca. 3 minutter i alt.
- Grupperne arbejder med spørgsmål 1 i ca. 3 minutter, derefter går de videre til spørgsmål 2.

Opsamling, som skal tages med videre

- En fælles forståelse i hver gruppe af hvilke gode ideer de kan/skal integrere i deres design.

Elevark 5

HVILKE IDÉER VÆLGER VI?

10 minutter (makerspace)



Opgave 1

I gruppen vurderes alle ideer fra elevark 4 og placeres på den nedenstående figur.

Opgave 2

Der sættes ring om de ideer som I vurderer både kan løse udfordringen og som I kan gennemføre og derfor arbejde videre med.

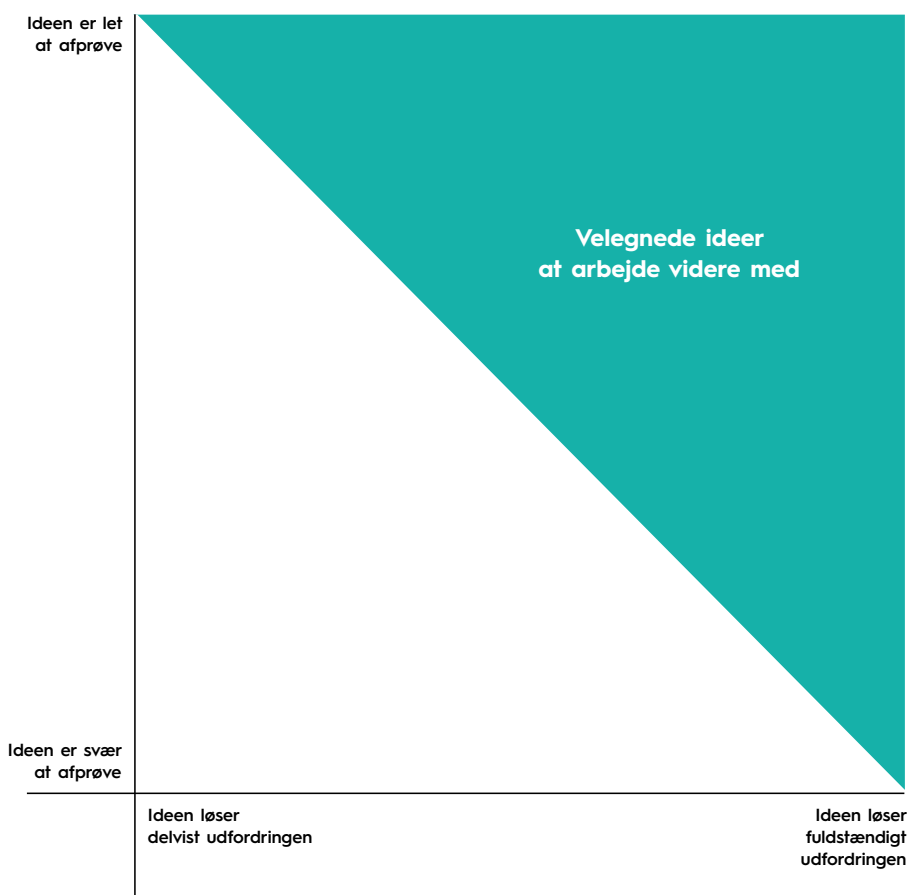
Udfordring og krav

På tre timer skal I designe jeres egen prototype af et køretøj der drives af solceller. Køretøjet skal kunne transportere 20g last, hurtigst muligt på en skyfri dag.

I får udleveret et køretøj med bund, hjul og motor som I ikke må ændre undervejs. Resten skal I designe/konstruere.

I skal gennem undersøgelser få viden, som skal bruges i jeres konstruktion af prototypen. Pointer fra jeres undersøgelse undervejs skal anvendes når I til sidst præsenterer jeres prototype.

Køretøjet skal have et område på størrelse med en Post-it til at opbevare lasten på.



Elevark 6, LÆG EN PLAN

Elevarkets formål

- At eleverne konkretiserer hvordan deres køretøj skal se ud, ud fra de ideer de udvalgte i elevark 5.
- At eleverne udformer en materialeliste.

Gode råd til processen

- Brug 3-4 minutter på:
 - Fortæl at eleverne nu går ind i en ny delproces, 'Konkretisere'.
 - Mind eleverne om at de skal bruge ideerne fra elevark 5.
 - Fortæl kort hvilke materialer de har til rådighed. Udlever 'lasten' (ballon m. ris) til hver gruppe og mind dem om at den skal placeres på en Post-it på køretøjet.
 - Lav en kort repetition af al den nye viden eleverne skal huske at bringe ind i konstruktionen af deres køretøj:
 - elevark 1: prototype af køretøj.
 - elevark 2: bæredygtige teknologier.
 - elevark 3: undersøgelsen af solcellerne.
 - elevark 5: de gode ideer gruppen har valgt og arbejde videre med.
- Lad eleverne arbejde 6-7 minutter med elevarket.

Opsamling, som skal tages med videre

- En skitse, som skal danne grundlag for konstruktionen af det endelige køretøj.
- En konstruktionsplan, som eleverne skal forsøge at følge i konstruktionsfasen.

Elevark 6

LÆG EN PLAN

10 minutter



Opgave 1

Lav en skitse af jeres køretøj med de ideer som I vurderer løser udfordringen.

Skitse af løsningen

Opgave 2

Udform en materialeliste og læg en plan for jeres konstruktion af køretøjet ved at opdele processen i arbejdsopgaver. Prioriter opgaverne og fordel ansvaret mellem jer i gruppen.

Materialeliste

Konstruktionsplan

Rækkefølge	Delopgave	Ansvar
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Elevark 7, KONSTRUERE, TESTE OG FORBEDRE

Elevarkets formål

- At eleverne konstruerer deres prototype ud fra viden fra egne undersøgelser og designideer.
- At eleverne tester og forbedrer deres prototype på baggrund af testresultater.

Gode råd til processen

- Brug 3-4 minutter på at introducere delprocesserne 'Konstruere' og 'Forbedre'. Brug tid på at forklare at de skal gøre det ud fra den plan og fremgangsmåde de har forberedt under delprocessen 'Konkretere', men at konstruktionsfasen indeholder et designprincip - test og forbedre. Gentag eventuelt udfordringen og krav, samt hvilke materialer de har til rådighed.
- Hver gruppe må teste 2 gange, fortæl en 'historie' om at det koster at teste i den virkelige verden. Derfor skal det være planlagt og gennemtænkt. Fokus på hvad der testes på og hvad man forventer at kunne forbedre.
- Lad grupperne arbejde i 10 minutter før testmuligheden nævnes igen, medmindre de selv kommer. Hjælp grupperne ved at stille modspørgsmål eller henvise til deres undersøgelser mm. fra tidligere. Spørg ofte til begrundelser for deres design.
- Når eleverne vil teste på banen, skal de inden test kunne forklare hvad de primært tester og hvorfor. Når testen er gennemført, så spørg til hvad de fik ud af det og hvilken betydning det har for designet.
- Når der er ca. 5 minutter tilbage, skal eleverne begynde at mundtliggøre forklaringen bag designet, herunder hvordan viden fra udstillingen og egne undersøgelser har hjulpet dem, samt hvilke til og fra-valg de har lavet undervejs.

Opsamling, som skal tages med videre

- At designprocesser som engineering ikke er tilfældige, men bygger på viden og at strukturen sikrer at vigtige overvejelser huskes.
- At det er i orden at fejle i designprocesser, og at test og forbedring spiller en stor rolle som en gentagende process ved udvikling af teknologier.

Elevark 7

KONSTRUERE, TESTE OG FORBEDRE

30 minutter

Med udgangspunkt i jeres skitse og plan på forrige elevark skal I nu konstruere jeres prototype.

Hver gruppe har adgang til forskellige materialer og én limpistol, tre sæt solceller og to ledninger.

- I må ikke ændre på den oprindelige konstruktion af køretøjet.
- Der må ikke komme lim på solcellerne.

Efterhånden som konstruktionen af prototypen skrider frem, kan I få brug for at teste jeres løsning eller dele af den. I har derfor mulighed for at teste køretøjet to gange undervejs.



Udfordring

I skal designe og konstruere en prototype af et køretøj der drives af solceller.

Køretøjet skal kunne anvendes til at transportere pakker over en bestemt afstand hurtigst muligt.

Krav

I får udleveret et køretøj med bund, hjul og motor som I ikke må ændre undervejs. Resten skal I designe/konstruere.

Jeres prototype skal til sidst kunne køre ca. 4 meter med en pakke, som vejer 20 g. Køretøjet skal have et område på størrelse med en Post-it til at opbevare pakken på.

Den viden og erfaring, som I får gennem hele designprocessen, skal indgå i den afsluttende præsentation af jeres prototype.

Elevark 8, PRÆSENTATION

Elevarkets formål

- At rammesætte og støtte eleverne i at lave deres eget faglige pitch.
- At eleverne oplever at kunne argumentere fagligt for deres design, samt udvise refleksion over egen designproces.

Gode råd til processen

- Præsenter/gentag hvad en pitch er. Uddyb hvilke punkter eleverne skal inddrage i deres pitch. I alt 2-3 minutter.
- Eleverne har 10 minutter til at strukturere og øve deres pitch - fortæl at kvaliteten af deres pitch er en konkurrence på lige fod med racerløbet - måske endda vigtigere at vinde, fordi potentialet for at videreudvikle prototypen er størst, hvis de ved hvorfor køretøjet er designet på deres måde, hvilket vidensgrundlag de står på og hvad de kunne have gjort anderledes i processen.
- De sidste 20 minutter skiftes grupperne til at pitche, og deres køretøj kører på banen, tiden noteres og pitch tildeles 1-5 stjerner.

Opsamling, som skal tages med videre

- Hvis tiden tillader det, så spørg til hvilke egenskaber en god ingeniør skal have, hvis de skal udvikle nye teknologier.

Elevark 8

PRÆSENTATION

10 minutter (makerspace)

20 minutter (på banen)



I skal lave et pitch på 2 minutter, hvor I præsenterer jeres køretøj.

I jeres 2 minutters pitch skal I:

- inddrage viden fra udstillingen og egne undersøgelser til at:
 - argumentere for jeres tilvalg og fravalg
 - forklare om jeres prototypes særlige egenskaber
- reflektere over processen – hvad har I lært og hvad var vanskeligt
- alle være aktive formidlere.

Pitch:

En pitch er kort sagt en salgstale, hvor du skal fange og engagere dine tilhørere, så de synes din ide er værd at lytte til.

...og I kan også fortælle om minimum ét af følgende punkter:

- Hvis I havde mere tid, hvilke forbedringer ville I så have gennemført?
- Hvad var det sværeste at konstruere?
- Synes I jeres løsning virker efter hensigten?
- Var der materialer I savnede til konstruktionen af prototypen?

