

Er du kørt fast?

Udskoling, lærervejledning

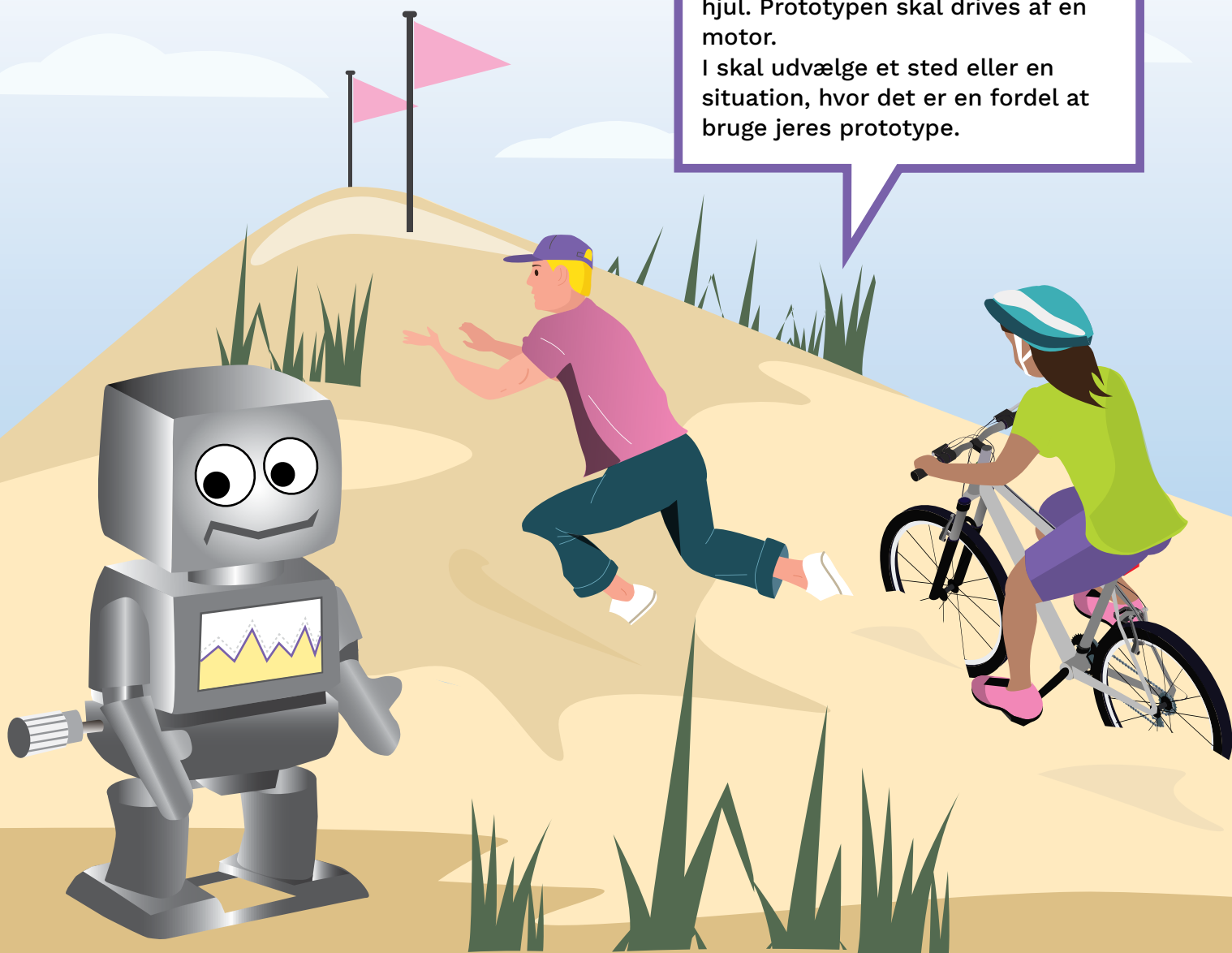
Engineering Day 2024

Opfindelsen af hjulet har gjort meget transport nemmere, så vi fx kan flytte tunge ting over store afstande. Men selvom hjulet er effektivt og smart, så er der situationer, hvor hjul ikke er en fordel. Det kan fx være på stranden, hvor hjulene kører fast i sandet. Har du tænkt på, at dyr ikke har hjul, men alligevel færdes overalt på landjorden? Nu skal I konstruere en maskine, der kan transportere ting uden at køre på hjul, og måske kan I finde inspiration i dyreverdenen.

Udfordring og krav

Konstruer en prototype, der kan bevæge sig fremad uden at køre på hjul. Prototypen skal drives af en motor.

I skal udvælge et sted eller en situation, hvor det er en fordel at bruge jeres prototype.



Velkommen til Engineering Day

Undervisningsmaterialet til årets Engineering Day er udviklet som et elevcentreret engineering-forløb, hvor eleverne vil erfare, hvordan naturfaglig viden bl.a. fra egne undersøgelser kan bidrage til og er nødvendig i en designproces. En designproces, hvor eleverne udvikler ideer og tester konkrete løsninger på virkelighedsnære udfordringer.

Målet med Engineering Day er også at gøre det let tilgængeligt og overskueligt, så også lærere uden erfaring med engineering kan arbejde med engineering i undervisningen.

Materialet er bygget op med følgende indholdselementer:

- **Lærervejledning.**
- **Elevmaterialer**, som eleverne skal bruge undervejs i engineering-processen.
- **Slideshow**, som guider eleverne igennem dagen og arbejdet med denne engineering-opgave.
- **Inspirationsvideoer**, som rammesætter dagens arbejde og inspirerer eleverne.

Find materialerne på engineeringday.dk.

Indhold

FORMÅL OG FAGLIGHED	3
Undervisningsmål	3
Engineering	4
Lærerens rolle	6
Praktiske tips og tricks	7
Materialer.....	7
OVERSIGT OVER FORLØBET.....	8
Book en ekspert.....	9
FORLØBSGENNEMGANG	10
LINKSAMLING	14
LØSNINGSIDEER	15



Udarbejdet af David Russel og Nina Ahnstrøm, Engineer the Future.

Tak til elever på Stengård Skole, Gladsaxe og Kornmarkskolen, Skævinge for at være med til at teste materiale til Engineering Day 2024.

Engineering i skolen er et samarbejde mellem Engineer the Future, VIA University College, Københavns Professionshøjskole, Professionshøjskolen Absalon, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, Naturvidenskabernes Hus og Dansk Metal, finansieret af Villum Fonden og Novo Nordisk Fonden.

Formål og faglighed

Formålet med Engineering Day-forløbet 'Er du kørt fast?' er, at eleverne gennem en stilladseret engineering designproces får erfaring med selv at udvikle løsninger på en autentisk udfordring med teknologisk og naturfagligt indhold.

Forløbets omdrejningspunkt er, hvordan man kan lave fremdrift uden brug af hjul. Eleverne skal undersøge, hvordan kraften fra en batteridrevet motor kan overføres og justeres, og hvordan forskellige bevægelser kan konstrueres mekanisk. Elevernes prototyper fremstilles i almindelige hverdagsmaterialer.



¹ <https://emu.dk/grundskole>

Undervisningsmål

Dette Engineering Day-forløb, 'Er du kørt fast?', er primært målrettet naturfag i udskolingen, og undervisningsmålene er derfor formuleret med henblik på, at eleverne udvikler færdigheder og viden inden for de naturfaglige kompetenceområder. Der er et særligt fokus på udvikling af elevernes undersøgelseskompetence samt på færdigheds- og vidensområdet 'Teknologi og ressourcer'.

Der er formuleret følgende undervisningsmål for forløbet:

- Eleverne kan designe og udføre naturfaglige undersøgelser.
- Eleverne kan konstruere simple maskiner på baggrund af egne undersøgelser.
- Eleverne kan argumentere for til- og fravalg i en designproces.

Målene kan med fordel italesættes både ved opstart og undervejs i forløbet over for eleverne, hvilket kan bidrage til, at eleverne på sigt oplever en sammenhæng mellem engineering designprocessen og anden undervisning i de tre naturfag.

De øvrige naturfaglige kompetenceområder kommer også i spil i årets Engineering Day-forløb, fx modellering vha. skitser og konstruktioner, perspektivering gennem forståelse af hverdagsudfordringer og design af teknologiske løsninger, kommunikation via mundtlig formidling af proces og løsningsforslag samt ved inddragelse af naturfaglig viden og argumentation. Se mere i Fælles Mål og læseplanen for naturfag.

Forløbet retter sig desuden mod handlings- og kreativtidsdimensionerne i det tværgående tema Innovation og entreprenørskab, som er beskrevet i læseplanen for naturfag og i den generelle vejledning fra Børne- og Undervisningsministeriet¹.

Engineering

Engineering er en procesorienteret faglighed i skolen, der bidrager til at styrke elevernes teknologiske dannelse. Helt overordnet gælder, at teknologisk dannende undervisning sætter eleverne i stand til at forstå og forholde sig til teknologi og teknologisk udvikling. Dette indebærer:

- Eleverne skal udvikle naturfaglig kompetence og opnå færdigheder og viden, så de konstruktivt og kritisk kan deltage i problemløsende aktiviteter, der skaber teknologier, og forstå betydningen af teknologisk udvikling.
- Eleverne skal beherske engineering designprocesser samt et teknologisk sprog og principper, så de iterativt og i samarbejde kan analysere, designe, konstruere, modificere og evaluere produkter til erkendelse og løsning af både simple hverdagsudfordringer og komplekse samfunds-faglige problemer, der har et naturfagligt, matematisk og teknologisk indhold.
- Eleverne skal med teknologisk dannende undervisning og engineering-faglighed opnå faglige kompetencer, så de forstår teknologiers muligheder og konsekvenser. Formålet med dette er at styrke elevernes forudsætninger for at forstå, skabe og agere meningsfuldt i et samfund, hvor teknologier i stigende omfang er katalysatorer for forandringer.

Engineering i faghæfterne

Som beskrevet i faghæftet for naturfag fra Børne- og Undervisningsministeriet, er engineering et eksempel på en problembaseret tilgang til undervisningen, hvor eleverne selv arbejder med at udvikle en løsning på en virkelighedsnær udfordring. Desuden står der i undervisningsvejledningen om det tværgående emne innovation og entreprenørskab:

Eleverne skal også have mulighed for at samarbejde om sammenhængende designprocesser, hvor de idégenererer, udarbejder skitser, gennemfører relevante naturfaglige undersøgelser samt konstruerer, tester og optimerer foreløbige løsninger (prototyper).

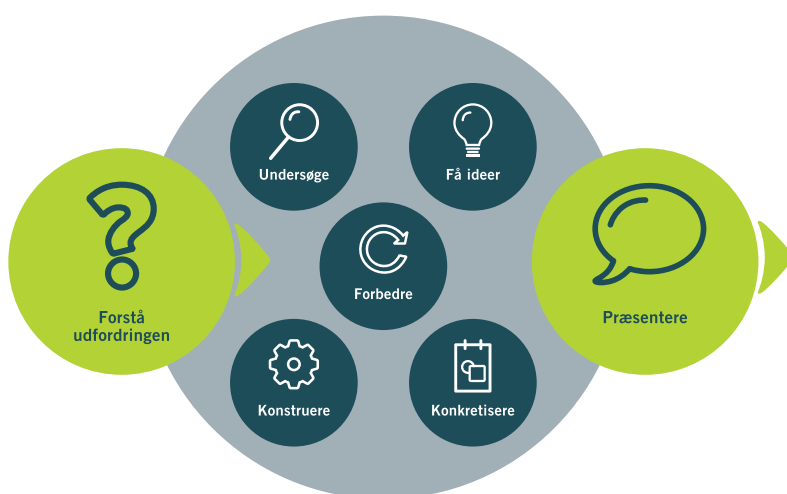
Dette gør eleverne som en del af engineering designprocessen i dette forløb.



Engineering designprocessen

Engineering designprocessen er beskrevet i engineering-didaktikken, der 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 dels at strukturere og stilladsere elevernes arbejdsproces, dels at 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 fordeler opgaverne.

Konstruere: Elevgrupperne virkeliggør deres ide ved at fremstille en prototype med valgte materialer og redskaber.

Forbedre: Elevgrupperne tester, evaluerer og forbedrer prototypen. Dette medfører ofte, at elevgrupperne må tilbage og gentage tidligere delprocesser, fx ideudvikling eller måske indsamling af mere viden gennem undersøgelser.

Præsentere: Elevgrupperne præsenterer løsninger, overvejelser om designprocessen og valg truffet undervejs.

Lærerenes 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 Engineering Day-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 fagenes 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.

Elevarkene og de viste eksempler på spørgsmål, som eleverne kan stilles undervejs, hjælper med at holde fokus på de kompetencer, som eleverne anvender.

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 frem for 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 Engineering Day-forløbet at læreren gennemlæser det samlede materiale og reflektere over, hvordan de forskellige delprocesser kan facilitere elevernes proces gennem åbne spørgsmål og yderligere rammesætning.

Afprøv evt. de elevaktiviteter, der vil kunne udfordre eleverne undervejs.

Praktiske tips og tricks

Eleverne skal konstruere deres prototyper i pap, og det anbefales at bruge pap af en vis tykkelse for at sikre stabilitet i konstruktionen, fx pap fra en flyttekasse. Eleverne skal undervejs anvende hjul i pap sat på en aksel, og her kan hullerne risikere at blive slidte. Paphjulet kan her limes til akslen eller understøttes af lærertyggegummi. Det kan også være en ide at arbejde med to stykker pap limet sammen til et hjul.

Det er vigtigt at tale med eleverne om, at deres løsninger ikke skal være perfekte. Der vil være udfordringer, der ikke umiddelbart kan løses, men hvis det kan identificeres og forklares, hvad problemstillingen er, viser det en stor faglig indsigt.

Forløbet kan gennemføres i et almindeligt klasselokale.

Forløbet kan eventuelt udvides ved at inddrage micro:bit eller anden teknologi i konstruktionen af prototyper.

Som en ekstra ressource til afviklingen af forløbet kan eksempler på udfyldte elevark findes på engineeringday.dk.



Materialeliste

- Motor
- Remskive til motor
- Rundstok, diameter 3-5 mm
- Elastikker
- Papkassepap
- Sugerør
- Malertape
- Motorholder
- Batteriholder
- Batteri
- Ispinde
- Snor
- Papkrus
- Ris, perler eller lign.
- Grillspyd

Supplerende materialer

- Ledning
- Krokodillenæb
- Lærertyggegummi

Redskaber

- Sakse
- Hobbyknive
- Limpistoler
- Tegneredskaber
- Bidetang (til at forkorte rundstok).

Oversigt over forløbet

Det anbefales at bruge en hel skoledag på Engineering Day. Forløbet er tilrettelagt, så det svarer til 6 lektioner á 45 minutter.

Når elever arbejder med engineering-forløb, er der brug for flere forskellige kompetencer i en gruppe for at sikre, at flere forskellige perspektiver kan komme i spil, men samtidig skal der være nok arbejde til alle medlemmer af gruppen. Derfor anbefales det, at eleverne arbejder i grupper á 3 elever.

Husk også at afsætte tid til pauser og oprydning. Følgende er et forslag til afvikling af Engineering Day:

FORSTÅ UDFORDRINGEN	15 minutter
UNDERSØGE	
Rotationer	70 minutter
Fremdrift	20 minutter
FÅ IDEER	20 minutter
KONKRETISERE	10 minutter
KONSTRUERE, TESTE OG FORBEDRE	100 minutter
PRÆSENTERE	35 minutter

Slideshow

For at hjælpe lærere og elever godt igennem Engineering Day, er der til materialet udviklet et slideshow, som stilladserer arbejdet i klassen. Slideshowet er tænkt som et gennemgående værktøj til brug på selve Engineering Day og indeholder bl.a. links til videoer, som understøtter forløbet.

Ved at bruge slideshowet kan man fastholde

fokus på engineering designprocessen og sikre, at alle delprocesser introduceres.

I noterne til slideshowet vises de vigtigste pointer her fra lærervejledningen.

Det er muligt at tilpasse slideshowet, eller det kan bruges, præcis som det er.

Find slideshowet på engineeringday.dk.

Elevmaterialer

For at fastholde elevernes læring er der til flere af delprocesserne udarbejdet elevark. Disse kan med fordel printes, så hver elevgruppe har et sæt. Elevmaterialerne præsenteres også i slideshowet.

Find elevmaterialerne på engineeringday.dk.

Timeouter

Undervejs i forløbet er der indlagt 'timeouter', der kan bruges til fælles opsamling i klassen eller i grupperne. Ved at anvende timeouter sikrer man som lærer, at eleverne får øje på centrale erkendelser og fastholder læring på udvalgte målsætninger for forløbet. Gennem timeouter bliver eleverne løbende hjulpet til at indsamle centrale faglige pointer og processuelle erkendelser, der både kan anvendes i designprocessen og som en del af den afsluttende præsentation.

Timeouter er også et centralt element for lærer-elev-samarbejdet, da læreren gennem disse opnår et større overblik over gruppernes indsats og udbytte, som kan anvendes til at forbedre den løbende feedback til grupperne.

Metodekort

Til brug i engineering-undervisningen er der udviklet en række generelle metodekort, som stilladserer elevernes læring gennem de forskellige delprocesser af et forløb. I dette Engineering Day-forløb fungerer elevmaterialerne som tilpassede metodekort.

Ønskes yderligere stilladsering af elevernes arbejde, kan inspiration findes i metodekort til engineering på engineeringiskolen.dk.

Book en ekspert

Book en ekspert til at komme på besøg i undervisningen. Ekspertene har alle en ingeniør-, it- eller science-uddannelse bag sig. Eksperten kan være med til at nuancere og styrke elevernes interesse for naturfag og teknologi.

Herved løftes også opgaven med at integrere det tværgående emne 'Uddannelse og job'.

Book en ekspert er et gratis tilbud, og alle eksperter er undervist i at formidle til målgruppen og inddrager eleverne gennem spørgsmål og aktiviteter.

Læs mere på bookenekspert.dk.



Forløbsgennemgang



Forstå udfordringen (15 minutter)

Afspil slideshowet.

I slideshowet præsenteres forløbets titel samt forside. Tal med eleverne om, hvilke tanker det sætter i gang.

Herefter vises inspirationsfilmen, der kan vises direkte fra slideshowet eller findes på engineeringday.dk.

Slide 4 præsenterer engineering-udfordringen og de krav, som eleverne skal arbejde med. Præsenter evt. eleverne for de materialer, de har til rådighed til deres konstruktion.

På **slide 5** præsenteres engineering design-processen som overordnet ramme for elevernes arbejde. Fortæl, at eleverne skal arbejde sig igennem alle delprocesser, og at de undervejs får besked, når det er tid til at arbejde med en ny delproces. Fremhæv, at de allerede nu er i gang med delprocessen 'Forstå udfordringen'. Fortæl, at alle skal arbejde i grupper. Introducer også timeouter som en aktivitet, der vil blive gentaget løbende, og hvor der vil være fokus på at samle op og give feedback.

Hvis eleverne ikke har arbejdet med engineering tidligere, kan I se videoen 'Hvad er engineering' (4 min). Videoen viser konkrete eksempler på, hvad engineering er.

Find den på engineeringday.dk, eller afspil den direkte fra slideshowet (**slide 6**).

Uddel elevmaterialet til hver gruppe.



Undersøge

Delprocessen 'Undersøge' har til formål at give eleverne en dybere forståelse af udfordringen. Eleverne skal via undersøgelser, analyse af resultater og fælles refleksion erhverve ny viden, som kan bruges under udvikling af prototypen. I den første undersøgelse skal eleverne overføre en motors rotation til en rundstok og undersøge, hvordan rundstokkens rotation kan justeres. I den anden undersøgelse skal eleverne undersøge forskellige måder for fremdrift med egen krop. Eleverne skal til undersøgelse arbejder med elevark 1 og elevark 2.

ELEVARK 1: ROTATIONER (70 MINUTTER)

Til denne undersøgelse skal eleverne bruge materialerne som oplyst på elevark 1. Vær her opmærksom på, at grupperne skal bruge

Elevmateriale Engineering Day 2024

Rotationer

Elevark 1

Materialer:

- Motor
- Remskive til motor
- Motorholder
- Batterholder
- Batteri
- Rundstok, diameter 3-5 mm
- Elastik
- Papkasserpap
- Snorer
- Maletape
- Snor
- Papirark
- Ris, perler eller lign.

Tip

For at undgå at elastikken falder af hjulet, kan man sætte snore/hjul på hver side af det hjul man afprøver.

1. Konstruer en opstilling, der kan holde motoren og rundstokken, så motorens rotation overføres til rundstokken ved hjælp af en elastik sat omkring et hjul af pap. Sørg for at det er nemt at sætte hjulet på opstillingen.

Afprøv opstillingen.

Hastigheden på rundstokkens rotation kan justeres ved at indsatte forskellige størrelser hjul på motoren og/eller rundstokken. Afprøv med forskellige hjul af pap.

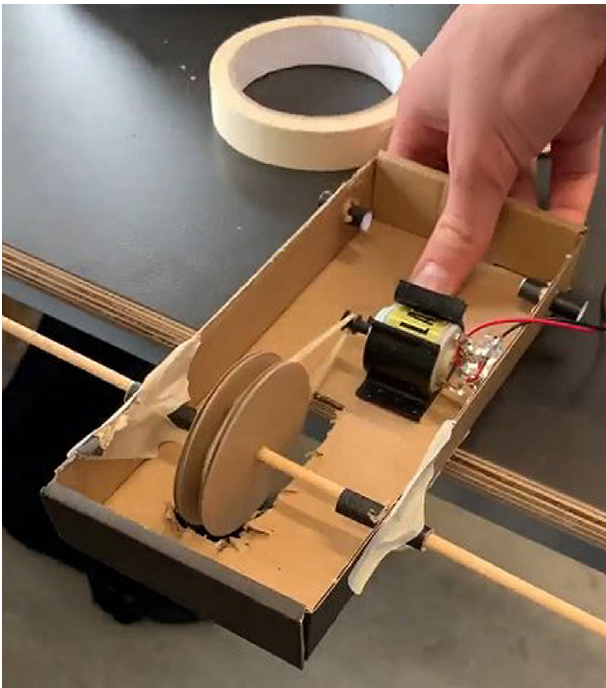
Hvordan kan I få rundstokken til at køre langsommere? Noter jeres svar:

2 **Engineer the future**

3 **Engineer the future**

... Forløbsgennemgang

en rundstok med diameter 3-5 mm, der er ca. 15 cm lang. Grillspyd kan til nød bruges, men eleverne vil kunne opleve ekstra friktion. Derudover skal grupperne bruge en jævnstrømsmotor fx 0,2-6 V, remskive til motor, motorholder og tilhørende batteri og batteriholder fx 1,5 V samt evt. ledning og krokodillenæb. Sugerør bruges til at mindske friktionen mellem rundstok og pap. Undersøgelsen er forholdsvis løst stilladseret, og det kan være nødvendigt at guide grupperne i retning af en mulig konstruktion. Se foto.



Undervejs i undersøgelsen skal eleverne justere hastigheden på rundstokkens rotation ved at sætte forskellige hjul på rundstokken. Disse hjul kan laves i pap. For at undgå, at elastikken falder af hjulene, kan der sættes et lidt større hjul på hver side. Undersøgelsen afsluttes med, at eleverne skal få deres opstilling til at hejse et papkrus med ris, perler eller lign. op. Her kan eleverne erfare, at de kan gearere motoren ved at sætte et stort hjul på rundstokken og derved løfte mere.

Afrund undersøgelsen med en timeout, hvor der følges op på elevernes undersøgelse. Her skal især samles op på, hvordan rundstokkens rotationshastighed kan justeres, samt hvordan kraften kan udnyttes bedst. Her kan det også overvejes, om eleverne selv kan komme frem til forholdet mellem hastighed og hjulets omkreds.

ELEVARK 2: FREMDRIFT (20 MINUTTER)

For at få en fornemmelse af, hvordan bevægelser skaber fremdrift, uden brug af hjul, skal eleverne undersøge forskellige fremdriftsmetoder ved at lave fysiske øvelser med egen krop. Skemaet på elevark 2 beskriver fem forskellige måder for fremdrift. Eleverne skal afprøve dem og reflektere over, hvilke dele af kroppen der har kontakt til underlaget på samme tid, hvordan balancepunktet flyttes, samt fordele og ulemper ved bevægelsen.

Afrund undersøgelsen med en timeout, hvor der følges op på elevernes undersøgelse af bevægelserne.

Afspil videoen på **slide 11**, og tal om, hvordan bevægelserne fra elevark 2 vil kunne konstrueres mekanisk.

Elevmateriale		Engineering Day 2024		
Fremdrift				
Elevark 2 (side 1/2)				
Undersøg forskellige måder man kan bevæge sig fremad, noter jeres overvejelser om de forskellige måder i skemaet:				
Gangart	Hvad rører undertaget samtidigt?	Beskriv, hvordan balancepunktet flyttes.	Hvilke fordele har denne måde at bevæge sig på?	Hvilke ulemper har denne måde at bevæge sig på?
04				
Kravl pågang (løft højre hånd og højre ben samtidigt)				
Kravl diagonalt (løft højre hånd og venstre ben samtidigt)				

4 Engineer the future

5 Engineer the future

... Forløbsgennemgang



Få ideer

Få ideer (30 minutter)

For at få elevernes fokus tilbage på engineering-udfordringen gentages udfordring og krav på **slide 12**.

Herefter skal grupperne arbejde med at få ideer til, hvordan udfordringen kan løses. Denne delproces er understøttet på elevark 3. Elevarket lægger op til en klassisk brainstorm, men brug den slags idegenerering, der passer bedst til den pågældende klasse. Hvis det kan være svært at finde på ideer, kan eleverne overveje, hvordan forskellige dyr kommer fremad uden hjul.

Elevmateriale Engineering Day 2024

Få ideer

Elevark 3

1. Skriv 3 ideer hver på post-its.
2. Fortæl hinanden om jeres ideer.
3. Udvælg 2-3 gode ideer i gruppen.
4. Sammenlign ideerne ved at overveje, om de vil løse udfordringen og lever op til kravene til prototypen.
5. Udvælg i fællesskab den ide, I vil arbejde videre med.

Beskriv eller tegn ideen:

Udfordring og krav
Konstruer en prototype, der kan bevæge sig fremad uden at køre på hjul. Prototypen skal drives af en motor.
I skal udvælge et sted eller en situation, hvor det er en fordel at bruge jeres prototype.

Som en hjælp til at få ideer, kan du overveje, hvordan forskellige dyr kommer fremad uden hjul.

6 **Engineer the future**



Konkretisere

Konkretisere (10 minutter)

Delprocessen 'Konkretisere' vil komme som en naturlig overgang fra 'Få ideer', men gør alligevel grupperne opmærksom på, at der skiftes til en ny delproces. På elevark 4 skal eleverne lave en arbejdstegning af gruppens ide, hvor de medtænker, hvordan motoren skal placeres i deres prototype, og der overvejes materialevalg. Når hver gruppe har lavet en arbejdstegning af deres ide, holdes en timeout med fokus på ide, materialevalg og særlige udfordringer ved konstruktionen.

Elevmateriale Engineering Day 2024

Konkretisere

Elevark 4

Lav en arbejdstegning af jeres prototype.

Hvilke materialer vil I bruge:

7 **Engineer the future**

Herefter følger **slide 15**, der samler op på engineering designprocessen og synliggør rammerne for den præsentation, som eleverne afslutningsvis skal lave af deres proces og prototype. Spørgsmålene kan tilpasses efter behov, men det er væsentligt, at eleverne tidligt bliver

... Forløbsgennemgang

gjort opmærksom på, hvilke krav der stilles til præsentationen.

I slideshowet er der udvalgt følgende spørgsmål til eleverne:

- Hvor skal jeres prototype bruges?
- Hvordan fandt I på jeres ide?
- Hvordan har I forbedret jeres prototype undervejs?
- Har I afprøvet ideer, som I blev nødt til at ændre eller vælge fra – hvordan/hvorfor?
- Hvad ville I forbedre, hvis I havde mere tid?

Det er også en god ide at præsentere rammerne for præsentationen: Hvor foregår præsentationen, hvor lang tid skal præsentationen vare, hvem skal det præsenteres for osv.

Metodekort til at stilladsere præsentationer kan findes på engineeringiskolen.dk.



Konstruere



Forbedre

Konstruere og forbedre (100 minutter)

I disse delprocesser skal grupperne konstruere, teste og forbedre deres prototype. Det er væsentligt, at grupperne afprøver deres prototype undervejs, og nødvendigheden af delprocessen 'Forbedre' kan blive meget synlig, hvis eleverne fx oplever, at deres prototype ikke kan bruges efter hensigten. Støt eleverne med at være præcise og omhyggelige i konstruktionsfasen. Det giver ofte et bedre resultat. Mere tape er ikke altid løsningen.

Gruppernes arbejdsproces er ofte meget forskellig. Støt eleverne i processen ved at stille spørgsmål, som får dem til at fokusere på enkeltdele i stedet for at skulle overskue den samlede løsning, fx:

- Hvad er den vigtigste funktion i jeres løsning?
- Hvordan udnytter I materialernes egenskaber bedst muligt?
- Kan der være andre måder at løse netop dén funktion på?

Det vil være forskelligt, hvor langt grupperne kommer, men det vil altid være muligt at arbejde på en forbedring. Vigtigst er det, at eleverne ikke stiller sig tilfredse med det første løsningsforslag, hvis der stadig er tid til yderligere forbedring.



Præsentere

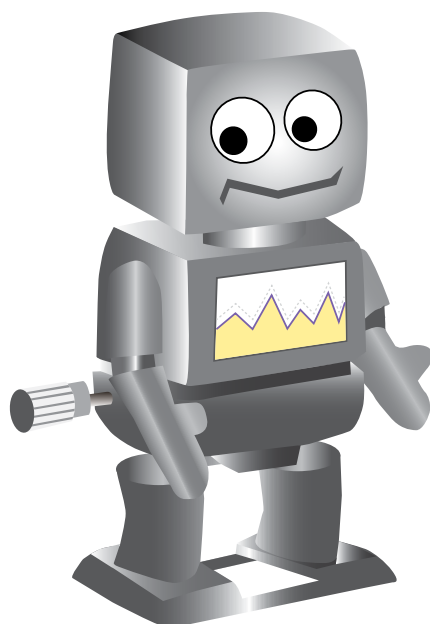
Præsentere (35 minutter)

Som afslutning præsenterer eleverne deres proces og prototyper for hinanden. Det er væsentligt at pointere, at elevernes proces, fejl og læringer er mindst lige så vigtige som deres prototype.

Brug evt. listen over spørgsmål fra slideshowet til at understøtte denne afsluttende proces.

Linksamling

Indhold	Link
Inspirationsfilm: 'Er du kørt fast?'	engineeringday.dk
Video: 'Er du kørt fast?', mekaniske bevægelser	
Video: Hvad er engineering?	
Lærervejledning	
Slideshow	
Elevark	
Eksempler på udfyldte elevark	
Engineering-didaktikken	engineeringiskolen.dk
Metodekort	engineeringiskolen.dk



Gående robot,
fx [den her](#)

Hoppende robot,
fx [den her](#)

Løsningsideer
til inspiration

Robot der løfter sig
frem, fx [den her](#)

Robot der trækker
sig frem, fx
[den her](#)



Engineering designprocessen

Læs mere om engineering på www.engineeringiskolen.dk

