

GØR FODRINGEN SMART

MELLETRIN, LÆRERVEJLEDNING

Engineering Day 2021

Der er omkring 3 millioner kæledyr i Danmark. Hunde og katte er topscorere med over 1,2 millioner – og derudover er der en masse kaniner, fugle, fisk og andre dyr.

Nogle kæledyr kan være alene hjemme i længere tid, hvis de får adgang til foder – men hvordan?

Kan man gøre noget smart, så dyrene får lige præcis den rigtige mængde foder på de rette tidspunkter?

UDFORDRING OG KRAV

I skal udvikle en automatisk fodermaskine til et kæledyr.

Først skal I vælge, hvilket dyr I vil arbejde med. Derefter skal I designe og konstruere en prototype, der viser, hvordan fodermaskinen fungerer til jeres dyr.

Løsningen skal vise, hvordan der serveres netop én portion foder ad gangen.

Engineering
i skolen



VELKOMMEN TIL ENGINEERING DAY

Undervisningsmaterialet til årets Engineering Day er udviklet som et elevcentreret engineeringforløb, hvor eleverne vil erfare, hvordan naturfaglig viden bl.a. fra egne undersøgelser kan bidrage 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:

- **Lærervejledningen** som du sidder med her.
- **Elevmaterialer** som eleverne skal bruge undervejs i engineeringprocessen.
- **Slideshow** som guider dig og eleverne igennem dagen og arbejdet med engineeringopgaven.
- **Inspirationsvideoer** som rammesætter dagens arbejde og inspirerer eleverne.

Find materialerne på engineeringday.dk

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORMÅL OG FAGLIGHED	4
Undervisningsmål	4
Engineering	5
Lærerens rolle	7
Materialer	8
OVERSIGT OVER FORLØBET	9
Slideshow	9
Elevmaterialer	9
Timeouts	9
Metodekort	9
Book en ekspert	10
FORLØBSGENNEMGANG	11
LINKSAMLING	18



Udarbejdet af Engineer the Future.

Forfatter: Anders Thrysøe Pagh, Hands-On Learning.

Projektleder: Anne Dorte Spang-Thomsen, Engineer the Future.

Tak til elever på Firkløverskolen Givskud for at være med til at teste materiale til Engineering Day 2021.

Engineering Day er en del af Engineering i skolen, som er et samarbejde mellem Engineer the Future, VIA University College, Københavns Professionshøjskole og Astra, finansieret af Villum Fonden.

FORMÅL OG FAGLIGHED

Formålet med Engineering Day-forløbet 'Gør fodringen smart' er, at eleverne gennem en stilladseret engineering design proces (herefter kaldet EDP) får erfaring med selv at udvikle løsninger på autentiske udfordringer med teknologisk og naturfagligt indhold.

Forløbet er bygget om fortællingen om kæledyr der skal være alene hjemme, og den udfordring det er at sørge for rette mængde af foder i den forbindelse. Eleverne skal på baggrund af undersøgelser om et selvvalgt dyr udvikle en løsning, der passer til netop dette dyr. Derved arbejder de med fagligt stof omkring dyr, elektriske kredsløb og udvikling af teknologier. Da det ikke er alle kæledyr som kan være alene hjemme i længere tid (fx hunde), kan elevernes undersøgelser af kæledyrs fysiologi og adfærd, være med til at begrunde deres efterfølgende valg af kæledyr.

En særlig mulighed for grupperne er, at de som en del af deres design kan indarbejde et elektrisk kredsløb med en elmotor. For at kunne forstå og bruge det elektriske kredsløbs muligheder, laver eleverne en undersøgelse og en eksemplarisk konstruktion, hvor de bruger batterier, ledende kobbertape, ledninger og små elmotorer.

UNDERVISNINGSMÅL

I dette Engineering Day-forløb, 'Gør fodringen smart', er der særligt fokus på udvikling af elevernes undersøgelseskompetence, samt på færdigheds- og vidensområderne 'Teknologi og ressourcer' og 'Naturen lokalt og globalt'. Begge er udfoldet i Fælles Mål og i læseplanen for natur/teknologi.

Forløbet retter sig desuden mod handlings- og kreativitetsdimensionerne i det tværgående tema Innovation og entreprenørskab, som er beskrevet i læseplanerne for natur/teknologi og i den generelle vejledning fra BUVM¹.

¹ <https://emu.dk/grundskole>

Undersøgelseskompetencen

Undersøgelseskompetencen kommer til udtryk i forløbet, ved at eleverne i designprocessen udfører egne undersøgelser af dyr, materialer og elektriske kredsløb med henblik på at få viden som er nødvendig for at kunne udvikle deres prototype. Flere af undersøgelserne har også et særligt fokus på udvalgte kompetencebaserede undersøgelsesfærdigheder, som eleverne skal lære gennem natur/teknologi fra 4.-6. klasse og som med fordel kan italesættes eksplicit overfor eleverne. Herved oplever eleverne sammenhæng mellem engineering og den øvrige natur/teknologi.

De øvrige naturfaglige kompetencer 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, samt kommunikation gennem både skriftlig og mundtlig formidling af proces og løsningsforslag, samt ved inddragelse af naturfaglig viden og argumentation.



ENGINEERING

Engineering i faghæfterne

Som beskrevet i faghæftet for natur/teknologi fra Børne- og Undervisningsministeriet², er engineering et eksempel på en problembaseret tilgang til undervisningen, hvor eleverne selv arbejder med at udvikle en løsning på en virkelighedsnær udfordring.

I vejledningen for innovation og entreprenørskab står blandt andet: *"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 er en del af EDP.

Engineering Design Processen

EDP-modellen er beskrevet i engineering-didaktikken, som er udviklet som en del af programmet Engineering i skolen. Den bygger på ingeniørernes arbejds-metode, som er 'oversat' til denne engineering design proces, og didaktisk tilpasset grundskolen. EDP-modellen indeholder syv delprocesser, som er med til at strukturere og stilladse elevernes arbejdsproces, og sikre, at eleverne både udvikler naturfaglig kompeten-

ce, kommer i dybden med relevant fag-fagligt stof og samtidig har fokus på f.eks. samarbejde, feedback og modellering.

Øget elevengagement

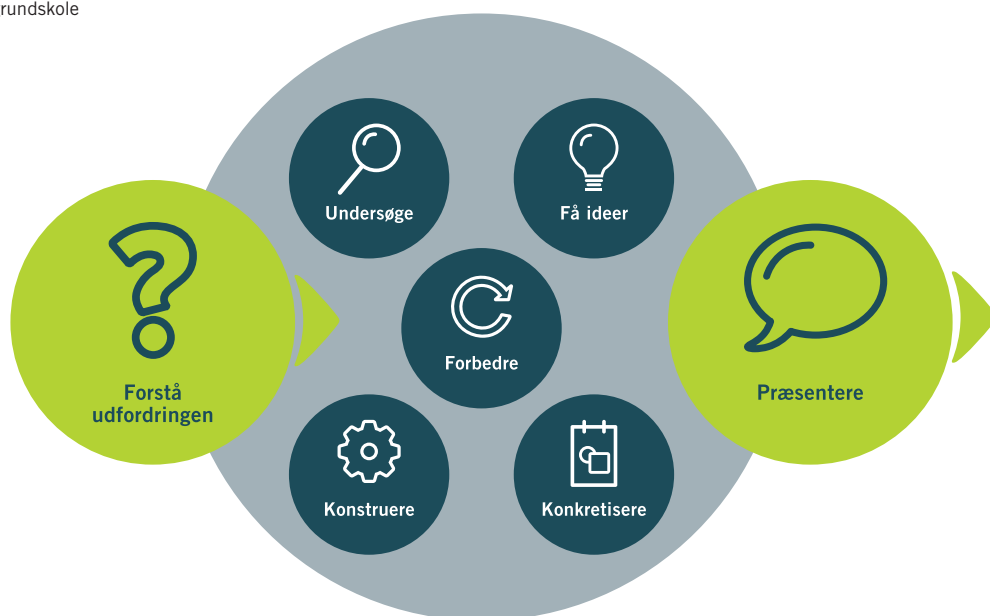
Undersøgelser viser, at brugen af EDP-modellen i undervisningen øger elevernes engagement og motivation. Dét at eleverne oplever en vekselvirkning mellem egen kreativitet og naturfaglig viden, når de i EDP-processen omsætter deres egne idéer til en prototype, er vigtigt. De oplever, at de ikke blot reproducerer en løsning, men gennemløber hele processen fra ide til færdig prototype.

EDP-modellen veksler mellem forskellige typer af aktiviteter, hvilket er både udfordrende og motiverende. Eleverne vil på tværs af kompetencer opleve, at der gennem forløbet vil være brug for netop deres bidrag til gruppens samlede resultat.

Erfaringer fra 'Engineering i Skolen' viser ligeledes, at elevernes undersøgelseskompetence styrkes når der arbejdes i en engineeringproces.

Læs evt. mere om engineering i skolen på engineeringiskolen.dk

² <https://emu.dk/grundskole>



UDVALGTE DIDAKTISKE FOKUSOMRÅDER

Undersøgelse- og innovationskompetencerne

Vi har i årets Engineering Day-forløb valgt at have fokus på undersøgelse- og innovationskompetencerne.

Ved at holde fokus på to kompetenceområder, kan vi i materialet være meget eksplicite omkring de virkemidler, man som lærer kan bruge for at gøre eleverne kompetente på netop disse områder. Det kan komme til udtryk gennem fx spørgsmålstyper, stilladserende elevark og/eller i koblingen mellem forløbets forskellige delprocesser.

Undersøgelserne i dette års Engineering Day-forløb er opbygget med fokus på at styrke og udvikle udvalgte færdigheder, der bidrager netop til elevernes undersøgelseskompetence. Det at være kompetent til undersøgelser i naturfag er i læseplanen defineret således:

En elev med undersøgelseskompetence vil kunne formulere spørgsmål, som kan undersøges naturfagligt. I forlængelse heraf vil eleven kunne vælge faglige undersøgelsesmåder, designe egne undersøgelser og indsamle data på naturvidenskabelig vis. Hvor det er relevant, vil eleven kunne medtænke og vurdere kvaliteten af undersøgelser, fx i form af undersøgelsessystematik, variabelkontrol og væsentlige fejlkilder.

Undersøgelseskompetence indbefatter også evnen til at finde mønstre i, fortolke og konkludere på data. Derudover er det en del af undersøgelseskompetencen at kunne forbinde egne undersøgelsesresultater med fagets forklaringer, modeller og måder at udvikle viden på.

(Læseplanen i natur/teknologi, Børne- og undervisningsministeriet 2019)

Stilladserede undersøgelser

Undersøgelserne i Engineering Day-forløbet er stilladseret, så eleverne opnår færdigheder i at indsamle data systematisk med naturvidenskabelig metode, samt at fortolke disse data og anvende deres konklusioner til forstå og forbedre udviklingen af løsninger i designprocessen. Desuden kobles egne undersøgelser med relevante faglige begreber fra natur/teknologisk færdigheds- og vidensområder.

Samarbejdskompetencen

Engineering Day 2021 har ligeledes et stærkt fokus på innovative kompetencer, som de er beskrevet i den danske engineeringdidaktik.

I flere af forløbets delprocesser er et særligt fokus på elevroller i gruppesamarbejdet. Fx udfordres eleverne til at indtage andre roller end de sædvanlige. Derved skabes en bevidsthed omkring rollers betydning i samarbejdet og en opmærksomhed på at bruge dette bevidst fremover.

Ligeledes er delprocesserne stilladseret, så grupperne løbende støttes i samlet at fastholde fokus på de overordnede mål for deres designarbejde – forståelse af, enighed om og vedvarende fokus på gruppens overordnede mål, er alle væsentlige færdigheder ift. at udvikle samarbejdskompetence.

... FORMÅL OG FAGLIGHED

LÆRERENS ROLLE

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 EDP-modellens faser vil styrke eleverne i andre tilsvarende designforløb og derved øge forløbets metodiske transferværdi.

Fokus på delprocesserne

Det er derfor vigtigt, at eleverne undervejs informeres om, hvilken delproces de arbejder med og at tydeliggøre delprocessens relevans ift. at løse udfordringen. Altså hvornår de undersøger, hvornår de konkretiserer, hvornår de konstruerer osv., så de får en oplevelse af, at processen er faseopdelt og fremadskridende. Det bidrager også til elevernes forståelse af, at den viden, de bringer med fra tidligere faser, 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 du kan stille 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 stilladse 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-dreng-stereotyper blive nedbrudt i et gruppearbejde hvor køn ellers ofte er med til at definere hvordan arbejdsopgaverne bliver fordelt. De timeouts der holdes undervejs, er velegnede til evt. at justere på gruppernes rollefordelinger.

Forberedelse øger udbyttet

Det vil øge elevernes udbytte af Engineering Day-forløbet, hvis du gennemlæser det samlede materiale og reflekterer over, hvordan du i de forskellige faser 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.

PRAKTISKE TIPS & TRICKS

Udviklingen af prototyper er en engagerende og kreativ proces. Eleverne skal bl.a. arbejde med batterier, kobbertape og ledninger, og hvis du ikke selv har erfaring med at bygge modeller i pap, kan du og dine elever evt. bruge Papteknik videoen i slidehowet, så er I godt på vej.

Det er vigtigt at tale med eleverne om, at deres løsninger ikke skal være perfekte. Der vil være udfordringer, de ikke umiddelbart kan løse – men hvis de kan identificere og forklare problemstillingen viser de en stor faglig indsigt.

Når der arbejdes med simple elektriske kredsløb som her, vil der opstå den udfordring, at motoren kun kører, når kontakten er aktiveret. Det vil måske give udfordringer i forhold til den funktion der ønskes, men kan accepteres i en prototype som her.

Husk, at eleverne har frit valg mellem de tilgængelige materialer og teknologier. Hvis de helst vil lave en løsning uden brug af elmotor og kobbertape, så er det et relevant valg – baseret på deres ide og de funktioner, der indgår.

For at bygge prototyperne, har grupperne brug for almindeligt papkassepap. Lav evt. en aftale med pedellen om, at de lægger papkasser til side, eller spørg, om I må hen-

... FORMÅL OG FAGLIGHED

te pap i containeren. Det kan være hensigtsmæssigt på forhånd at have skåret pappet ud i mindre stykker, hvis tiden tillader det.

Forløbet kan gennemføres i et almindeligt klasselokale.

Undervejs i forløbet vil eleverne have brug for deres mobiltelefoner til at dokumentere deres arbejde i korte videoer, såkaldte VLOGs.

MATERIALER

- Kobbertape
- Batterier og batteriholdere
- Elmotorer
- Ispinde
- Grillspyd
- Malertape
- Sugerør
- Snor
- Bølgepap
- Elastikker

Supplerende materialer

- Papkassepap
- Stofrester
- Papkrus
- Andre hverdagsmaterialer

Redskaber

- Sakse
- Hobbyknive
- Limpistoler
- Tegneredskaber



OVERSIGT OVER FORLØBET

Vi anbefaler, at I bruger en hel skoledag på Engineering Day. Til forløbet er foreslået en tidsramme til hver af delprocesserne.

Husk også at afsætte tid til pauser og oprydning.

Følgende er et forslag til afvikling af Engineering Day:

INTRODUKTION	10 minutter
FORSTÅ UDFORDRINGEN	10 minutter
UNDERSØGE	
Undersøgelse 1:	30 minutter
Undersøgelse 2:	30 minutter
Undersøgelse 3:	40 minutter
FÅ IDEER	20 minutter
KONKRETISERE	20 minutter
KONSTRUERE, TESTE OG FORBEDRE	100 minutter
PRÆSENTERE	30 minutter

Slideshow

Til at hjælpe dig og eleverne godt igennem dagen, har vi lavet et slideshow, som er med til at strukturere 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 du fastholde fokus på engineering design-processen og sikre at alle delprocesser introduceres.

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

Du finder 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.

Undervejs i forløbet vil eleverne have brug for deres mobiltelefoner til at dokumentere deres arbejde i korte video-logs (VLOGs).

Find elevmaterialerne på engineeringday.dk

Timeouts

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

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

Metodekort

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

Ønsker du yderlig stilladsering af elevernes arbejde, kan du finde inspiration i metodekort til engineering på astra.dk.

... OVERSIGT OVER FORLØBET

Book en ekspert

Du kan booke en ekspert til at komme på besøg i din undervisning. Ekspertene har alle STEM-uddannelse bag sig. Eksperten kan være med til at nuancere og styrke dine elevers 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

INTRODUKTION (10 MINUTTER)

1. Kickstart Engineering Day med at se videoen 'Hvad er engineering?' (Varighed 4 minutter). Videoen viser konkrete eksempler på, hvad engineering er. Du kan finde den på engineeringday.dk eller afspille den direkte fra slideshowet.
2. Introducer dagens forløb og den proces eleverne skal igennem vha. modellen for engineering design-processen.
3. Inddel klassen i grupper på 2-3 elever. Undgå for store grupper, da ejerskabet og arbejdsindsatsen så kan være vanskelig at opretholde for alle i gruppen. Tydeliggør at alle grupper skal igennem alle delprocesser, og at de undervejs får besked, når det er tid til at arbejde med en ny delproces. Introducer også "timeouts" som en aktivitet der vil blive gentaget løbende, og hvor der vil være fokus på at samle op og give feedback



FORSTÅ UDFORDRINGEN (10 MINUTTER)

Udfordringen introduceres og dernæst vises inspirationsvideoen. Find den på engineeringday.dk eller afspil den fra slideshowet. Præsenter de krav, som elevernes løsning skal overholde.

Uddel elevmaterialet til hver gruppe og fortæl, at elevarkene skal bruges til at fastholde resultaterne af deres undersøgelser og processer.

Afslut fasen med en kort timeout for at sikre, at alle har en fælles forståelse af udfordringen. Under timeouten gives grupperne først et par minutter til at diskutere deres umiddelbare tanker om udfordringen. Følg op med en fælles snak om, hvad eleverne allerede ved om problemstillingen. Hvilke automatiske

fodersystemer kender de i forvejen, har de selv oplevet problemstillingen, hvilke praktiske og etiske udfordringer kan de evt. se?



UNDERSØGE

Delprocessen undersøgelse har til formål at give eleverne en dybere forståelse af problemstillingen og at eleverne via undersøgelser, analyse af resultater og fælles refleksion, erhverver ny viden, som de kan bruge til deres løsning af problemstillingen.

Undersøgelse 1 fokuserer på elevernes udvælgelse af det kæledyr, de vil udvikle en løsning til. Undersøgelse 2 giver eleverne erfaring med de tilgængelige materials egenskaber og hvordan de kan bruges i deres prototyper. I undersøgelse 3 guides grupperne igennem konstruktionen af et elektrisk kredsløb og får viden om, hvilke muligheder denne teknologi kan give.





UNDERSØGELSE 1: VORES KÆLEDYR (30 MINUTTER)

Grupperne skal hver især vælge det kæledyr, som de undersøger. Målet er at få afdækket og udvidet viden om dyrene, som de skal bruge for at kunne løse udfordringen.

Begrundelserne for at vælge et bestemt dyr kan være mange:

- Nogle af eleverne har måske selv dette dyr.
- De ved, at det er et populært kæledyr.
- De kunne godt tænke sig at få et dyr.
- De synes at dyret virker sjovt, sødt spændende, eksotisk eller...

For at strukturere undersøgelsen, trods forskellige ønsker og forskellig grad af forhåndsviden i gruppen, bruges elevark 1.

På elevark 1 noteres først valg af dyr (5 min), og gruppen noterer deres for forståelse af problemstillingen (10 min).

Efter disse punkter laver grupperne en informationsøgning for at bekræfte de oplysninger, de har noteret (10 min).

Efter informationssøgningen laves en timeout. I timeouten kan du tale med klassen om, hvilket udgangspunkt grupperne nu har for at komme videre i processen. Stil evt. spørgsmål som disse:

- Hvordan kan I bruge informationerne om foder-mængder til at designe en god løsning?
- Gælder de oplysninger I har for alle dyr af samme race, eller er gælder de kun for en særlig gruppe, fx fuldvoksne dyr – og hvilken betydning har det?
- Er der noget viden omkring dyret og dets foder, som har overrasket jer – og hvilken betydning har det i så fald for den videre proces?



Efter timeouten opsummerer grupperne, hvilke data gruppen nu har at arbejde ud fra. Opsummeringen laves som en VLOG, som de skal bruge, når de skal planlægge præsentationen af deres løsning. (5 minutter).



UNDERSØGELSE 2: P APKONSTRUKTIONER (30 MINUTTER)

I denne undersøgelse skal eleverne arbejde med materialernes egenskaber, og hvordan de kan udnyttes i konstruktionen af deres prototype.

Start undersøgelsen med at vise videoen '5 konstruktionsideer til mellemtrin'. Videoen afspilles direkte fra

... FORLØBSGENNEMGANG

slidehowet, og indeholder 5 konkrete eksempler på mekanismer, som eleverne kan bruge som inspiration.

I videoen vises, hvordan man kan konstruere mekanismer, som giver en glidende bevægelse, en vippefunktion, en rullende bevægelse mv. Som en øvelse vælger grupperne at konstruere ét af eksemplerne i de tilgængelige materialer.

Undersøgelsen afsluttes med en timeout, hvor grupperne parvis viser hinanden, hvordan deres konstruktion kom til at se ud. De fortæller om, hvad der evt. var svært, eller hvad der er særligt smart. De fortæller også, om de regner med, at netop denne funktion bliver en del af deres endelige løsning. Timeouten afsluttes med fælles fokus på sammenhængen mellem undersøgelse 1 og 2. Du kan her stille spørgsmål til eleverne som fx:

- Hvilke af de materialer I har brugt, synes I var særligt velegnede til at bygge prototyper af?
- Hvilke af de 5 eksempler fra videoen med konstruktionsideer kunne I genkende fra jeres hverdag – og hvordan blev de anvendt der?
- Hvilke eksempler på foderautomater kender I allerede, og hvordan er de konstrueret i forhold til fodertypen og virkemåde?

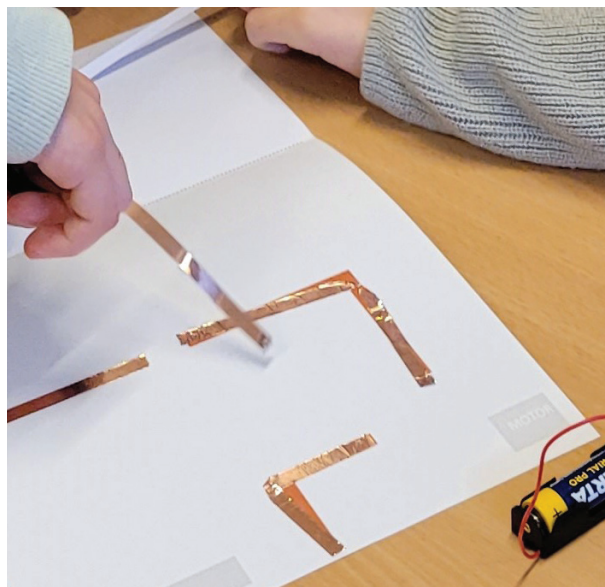
Gruppen samler pointerne fra timeouten i en VLOG på 1 min.



UNDERSØGELSE 3: ELEKTRISK KREDSLØB (30 MINUTTER)

Her præsenteres grupperne for, hvordan et simpelt elektrisk kredsløb med en elmotor bygges op, og hvilke muligheder det evt. vil kunne give i løsning af udfordringen.

Elevmaterialet indeholder et elevark og en skabelon.



Grupperne konstruerer på elevarket et kredsløb med kobbertape, batteri og elmotor og tester derefter, hvordan motoren kan startes, ved at kredsløbet sluttes med et tryk.

Start undersøgelsen med at vise videoen 'Elektrisk kredsløb' i slideshowet. Her vises, hvordan kobbertapen anvendes, og der vises eksempler på, hvordan elmotoren kan bruges til forskellige funktioner.

Det kan være en god ide at sætte et stykke tape fast på motorens aksel, så det er tydeligt at se, når motoren kører.

Bed også grupperne om at teste motor og batteri, ved at lave en direkte forbindelse mellem den, inden de begynder at opbygge kredsløbet med kobbertape.

Kredsløbet, som eleverne har konstrueret i undersøgelsen, kan ikke nødvendigvis bruges direkte i deres løsning, men tal med dem om, hvordan de eventuelt kan designe et kredsløb, som passer til deres behov. Tal også med eleverne om, at når der anvendes teknologi som gør produkter mere avancerede, vil det også påvirke anskaffelsespris, driftsudgifter, betjening osv. Derfor er det også vigtigt, at eleverne opfatter det som en *mulighed* at lade elmotoren indgå i deres løsning,

... FORLØBSGENNEMGANG

ikke et *krav*. De skal senere vurdere, om netop denne mulighed vil gøre deres løsning bedre, og hvorfor.

Undersøgelse 3 afsluttes med en timeout, hvor grupperne vurderer mulighederne for at bruge elmotoren i deres løsninger. Hjælp eleverne med at reflektere over undersøgelsen ved at stille spørgsmål som fx:

- Hvilke eksempler på teknologier kender I fra hverdagen, hvor små elmotorer indgår?
- Udførte I øvelsen fuldstændig efter de anvisninger, der var i videoen og på elevarket, eller fandt I selv på ændringer, i så fald hvad/hvorfor?

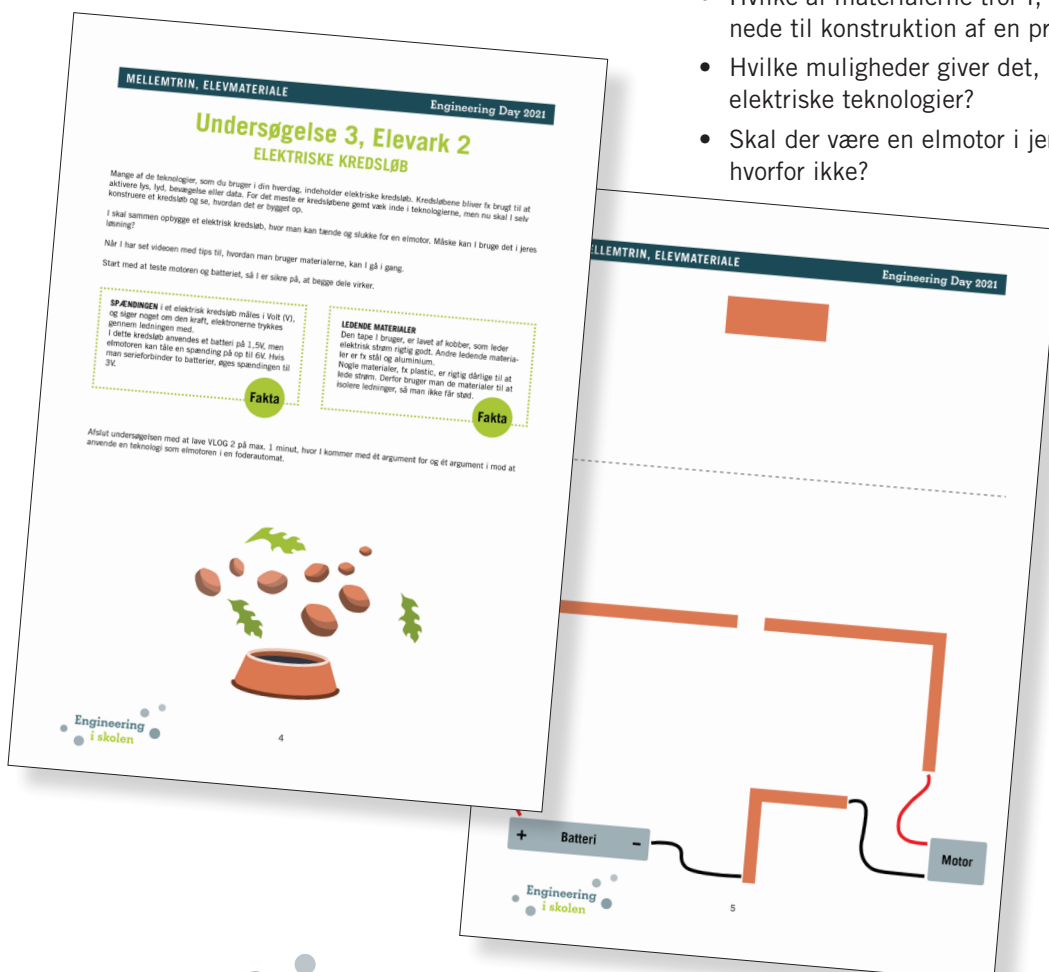
Gruppen laver en ny VLOG hvor de kommer med ét argument for, og ét argument imod at anvende elmotoren i deres prototype.

AFSLUTTENDE TIMEOUT (10 MINUTTER)

I timeouten opsummerer grupperne internt deres viden fra undersøgelseerne, og vurderer hvordan de vil lade dem indgå i den videre proces. Timeouten afsluttes med, at grupperne hver bidrager med én vigtig pointe, som de synes resten af klassen skal høre.

Du kan fx stille disse spørgsmål, for at hjælpe eleverne til refleksion over undersøgelseerne:

- Hvordan adskiller det dyr I har valgt, sig fra andre dyrearter?
- Er der noget, der gør udfordringen svær for jer at løse – og i så fald hvad?
- Er der viden I mangler, for at I kan løse udfordringen?
- Hvilke af materialerne tror I, vil være særligt velegnede til konstruktion af en prototype?
- Hvilke muligheder giver det, når man anvender elektriske teknologier?
- Skal der være en elmotor i jeres løsning? Hvorfor/hvorfor ikke?



... FORLØBSGENNEMGANG



FÅ IDEER (20 MINUTTER)

På dette tidspunkt i processen har mange eleverne sikkert allerede en eller flere ideer til, hvordan deres prototype skal se ud. Undersøgelser af materialer og arbejdet med forskellige funktioner har været med til at give god inspiration.

For at alle elever kommer til orde, gennemføres nu en proces, hvor ideerne bliver videreudviklet, og hvor nye kommer til.

Du kan i denne fase f.eks. igangsætte en brainstorm, hvor hver elev laver en kort beskrivelse af sin ide på et stykke papir. Ideen sendes så videre til næste elev i gruppen, som tilføjer nye ideer eller forbedringer. Når alle elever har skrevet på alle sedler, læses ideerne op, og gruppen vælger den, de synes er bedst. Brug evt. metodekortet 'Brainstorm bordet rundt' fra Astra.

Lav evt. en kort timeout som afslutning på idefasen, hvor grupperne kan få feedback fra én anden gruppe.



KONKRETISERE (20 MINUTTER)

For at eleverne forholder sig til de undersøgelser, de har lavet, skal de argumentere for de valg og fravalg undersøgelserne har resulteret i.

Indled derfor med at eleverne har fokus på, hvordan undersøgelsesresultater kan bruges i konkretiseringen af ideerne.

Grupperne gennemgår først elevark 1, samt VLOG 1+2. De konkretiserer derefter deres udvalgte idé ved at skitsere den i elevark 4, hvor de også noterer materialer og funktion.



... FORLØBSGENNEMGANG

Undervejs kan det være en god ide at stille spørgsmål til grupperne som fx:

- Hvordan inspirerede undersøgelserne jer til jeres prototype?
- Hvorfor har I valgt netop denne funktion til dette foder og dette dyr?
- Hvad er jeres begrundelse for at bruge/ikke bruge motoren?
- Hvilke konkrete resultater fra undersøgelserne har I brugt?
- Hvilket materiale regner I med, at I vil bruge til de forskellige dele af prototypen?
- Er der noget i jeres løsningsforslag, som I regner med bliver svært at lave – hvad og hvorfor?
- Hvilke begrænsninger kan I se, at der er ved at anvende elmotoren som den er vist i undersøgelsen? Hvilke sensorer ville evt. kunne anvendes, for at gøre den mere brugbar?

Som afslutning på konkretiseringsfasen præsenterer grupperne deres skitser for resten af klassen, og fortæller hvordan de har anvendt resultaterne fra deres undersøgelser.



KONSTRUERE, TESTE OG FORBEDRE (100 MINUTTER)

I denne delproces skal grupperne konstruere, teste og forbedre deres prototype.

Støt eleverne med at være præcise og omhyggelige i konstruktionsfasen. Det giver ofte et bedre resultat.



... FORLØBSGENNEMGANG

Mere tape er ikke altid løsningen, så vis evt. videoen 'Papkonstruktion' om grundlæggende arbejde i pap, inden grupperne går i gang med at konstruere.

Gruppernes arbejdsproces er ofte meget forskellig. Du kan støtte dem 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?

Lav en timeout ca. midtvejs i konstruktionsfasen, hvor eleverne præsenteres for de spørgsmål, de skal forholde sig til ved den afsluttende præsentation. Det giver dem bedre mulighed for at reflektere over processen og de valg de har taget undervejs.

- Hvorfor har I valgt netop denne løsning til jeres dyr?
- Hvilke forbedringer ville I arbejde med, hvis I havde mere tid?
- Kan denne løsning bruges på flere forskellige slags kæledyr?
- Hvilken teknisk løsning fra videoen har I brugt eller ladet jer inspirere af?
- Hvad var det sværeste at konstruere?
- Var der materialer I savnede i konstruktionsfasen – hvilke og hvorfor?
- Oplevede I udfordringer i jeres samarbejde?
- Er der forskel på jeres skitse og den endelige prototype – og hvis der er: Hvad og hvorfor?

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

Her er forslag til, hvordan du kan udfordre og motivere til at arbejde videre med prototyperne, ved at fokusere på forskellige områder:

Trin 1: En stabil konstruktion. Det kan være nødvendigt at forstærke eller helt at ombygge den mekaniske konstruktion, hvis den er meget ustabil eller ikke fungerer hver gang den aktiveres.

Trin 2: Det elektriske kredsløb. De forholdsvis simple materialer som eleverne har til rådighed kan godt udnyttes til at lave lidt mere avancerede kredsløb, hvor der fx skal aktiveres to punkter på én gang, eller hvor der sættes et ekstra batteri i serieforbindelse, for at motoren kører hurtigere og har større trækraft.

Trin 3: Eleverne kan her beskrive, hvordan en automatisering af deres løsning kunne se ud. Hvilken form for sensor skulle anvendes: tryk-, afstands-, lyssensor eller andet, og hvordan skulle en tidsindstillet udløsning af foderet evt. fungere?



PRÆSENTERE LØSNINGEN (30 MINUTTER)

Som afslutning præsenterer eleverne deres løsninger for hinanden. Som forberedelse til den fælles præsentation, gennemgår grupperne elevark 1 og deres VLOGs.

I præsentationen indgår en argumentation for, hvordan resultaterne fra undersøgelserne har påvirket det endelige design, samt deres overvejelser i forhold til design og anvendelse af løsningen.

Du kan bruge listen over spørgsmål fra slideshowet til at understøtte denne afsluttende proces.

LINKSAMLING

Indhold	Link
Video: Hvad er engineering?	engineerthefuture.dk/engineering-i-skolen/hvad-er-engineering/
Video: Engineering Day udfordringen 2021	engineerthefuture.dk/engineering-day/engineering-day-forloeb/4-6-kl-goer-fodringen-smart/
Lærervejledning	
Slideshow	
Elevmaterialer	
Video: 5 konstruktionsideer til mellemtrin	
Video: Elektrisk Kredsløb	
Video: Papteknik	
Eksempler på udfyldte elevark	
Metodekort	astra.dk/tildinundervisning/metode
Book en ekspert	ekspert.engineerthefuture.dk/



Engineering Design Processen

Læs mere om engineering på www.engineeringiskolen.dk

