Pust og sug

Design og konstruktion af et apparat til at måle udåndingsvolumen

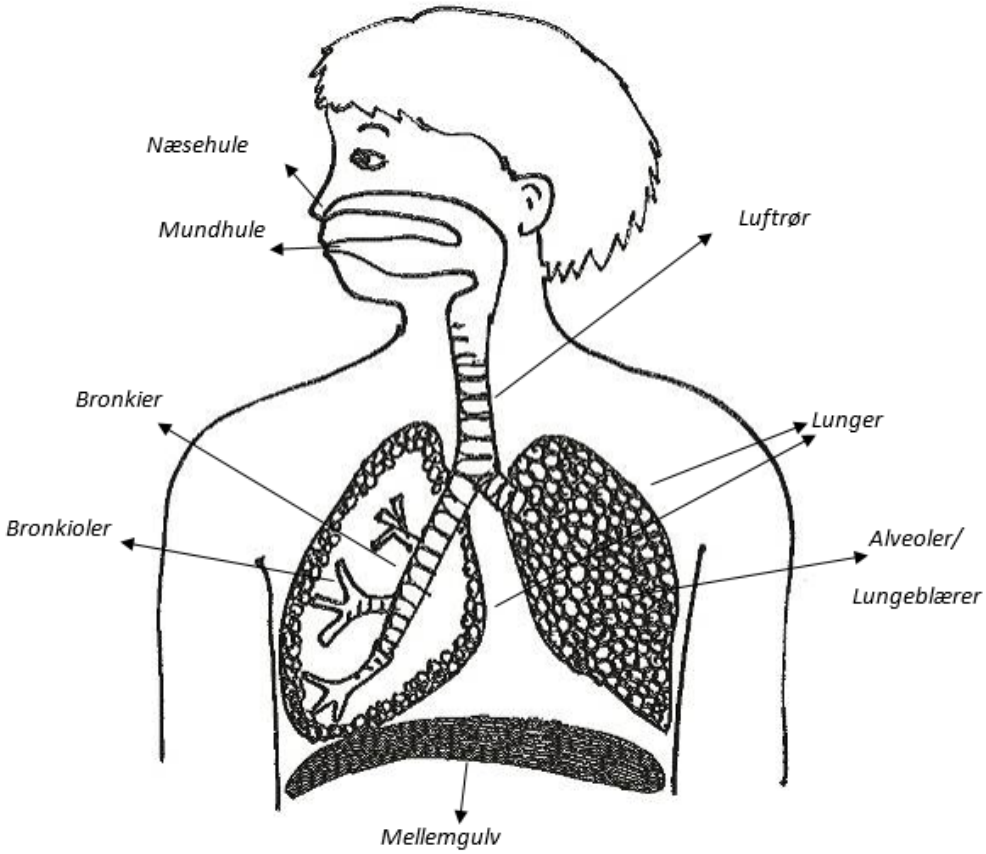
Biomedicinsk teknologi

Ingeniørens udfordring

LÆRERVEJLEDNING

Til mellemtrinnet –Natur/Teknik

Menneskekroppen, Åndedrætssystemet



Ingeniørens udfordring
Lærervejledning

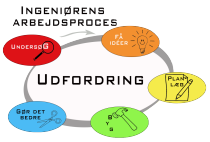
Materialet er udarbejdet i forbindelse med EU-projektet; Engineer.

Redaktion:
Læringskonsulent, Experimentarium:
Anette Vestergaard

Layout:
Anette Vestergaard Nielsen

Experimentarium 2014

This document is produced under the EC contract № 288989
It is the property of ENGINEER Parties and shall not be distributed or reproduced without the formal approval



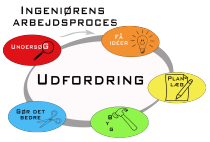
Indholdsfortegnelse

Introduktion 5
10 Udfordringer 7
En problemløsende tilgang 7
Materialets opbygning 8
Viden og færdigheder 10

Introduktion til teknologi og ingeniørarbejde 11
Ingeniørarbejde og teknologi 12
Teknologianalyse 13
Konklusion på teknologi og ingeniørarbejde 14

UDFORDRINGEN 16
Krav til produktet 16

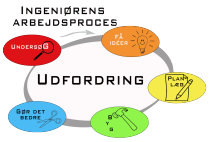
INGENIØRENS ARBEJDSPROCES 17
Præsentér Ingeniørens arbejdsproces 21
Historiefortælling 23
Konklusion 23
Undersøg 25
Videnskabelige undersøgelser af luft, åndedrætssystemet og volumenbegrebet 25
Undersøg - hvad vi har brug for at vide? 27
Krav til produktet 28
Undersøg - hvad indånder vi? 28
Undersøg - luft optager plads 29
Undersøg - luft optager plads 29
Undersøg - vejrtrækning – indånding/udånding 31
Undersøg – gennemstrømningshastighed 32
Undersøg - volumen, og hvordan den kan måles? 33
Undersøg - væskers volumen 34
Undersøg - faste stoffers volumen 34
Opsamling på undersøgelsesfasen 35
Repetér Ingeniørens arbejdsproces & krav til produktet 36
Få ideer – i plenum 38
Ideer til måling af udåndingsvolumen 38
Arbejdet med at løse problemet 39
Få ideer - i grupperne 40
Planlæg 40
Byg 40
Konklusion 41
Plenum 41
Gør det bedre 42
Gennemgang af hjemmearbejde og arbejdsfaserne 44
Test af apparaterne og forberedelse af præsentationen 44



Præsentation 45
Forbedring af måleapparaterne 45
Tillægsaktivitet: spirometeret *47*
REFLEKSION 48

Bilag 49
Historien der sætter rammen for udfordringen – Hvordan kan vi hjælpe Yael? 49
Ingeniørens arbejdsproces 51
Åndedrætssystemet 52
Noter til læreren – Ingeniørarbejde? *55*
Svarark Åndedrættet *56*
Volumenbestemmelse *58*
Baggrundsviden om åndedrætssystemet 61
Ordliste over begreber fra undervisningsmaterialet 66

Materialeliste 69



Introduktion

Unges naturfaglige dannelse skal gøre det muligt at forstå og agere i et samfund i stadig udvikling. Deres evne til at gå systematisk til værks, når de møder en udfordring skal trænes og med **Ingeniørens Udfordring** får eleverne på grundskolens mellemtrin netop et værktøj til problemløsning indenfor natur/teknologi.

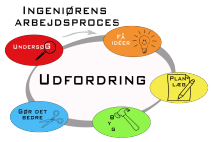
Ingeniørens udfordring er som materiale udviklet i samarbejde med 9 andre EU-lande og består af i alt 10 undervisningsforløb.

Hvert undervisningsforløb i **Ingeniørens Udfordring** er bygget op omkring en ingeniørudfordring, som skal løses ved at arbejde efter en 5-fasers arbejdsmodel: 'Ingeniørens arbejdsproces'.

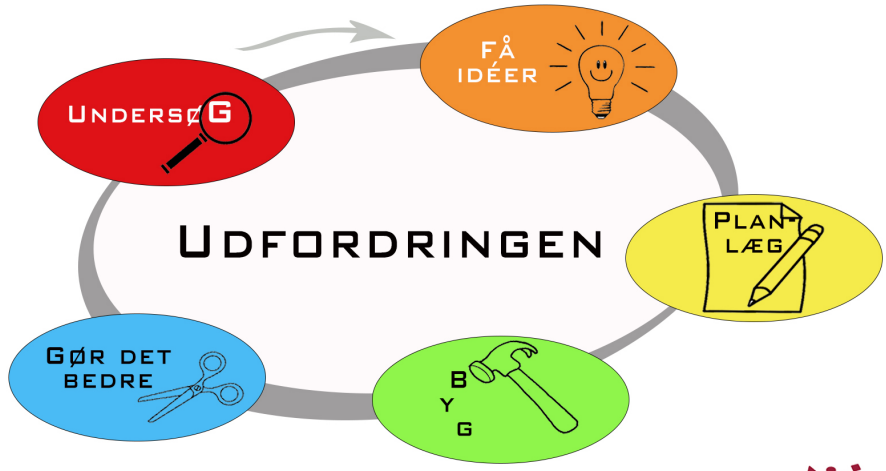
Ingeniørens arbejdsproces er inspireret af den måde, som uddannede ingeniører arbejder på. Den består 5 faser: *Undersøg, Få ideer, Planlæg, Byg og Gør det bedre.*

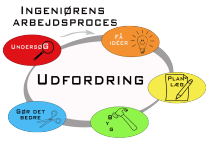
Ingeniørens Udfordring har bl.a. til formål at udfordre den stereotype opfattelse af ingeniører og ingeniørarbejde. Derfor er der lagt stor vægt på at tilgodese begge køn og forskellige elevtyper, og dermed øge både drenge og pigers engagement i naturfagsundervisningen.

This document is produced under the EC contract № 288989
It is the property of ENGINEER Parties and shall not be distributed or reproduced without the formal approval



INGENIØRENS ARBEJDSPROCES





10 Udfordringer

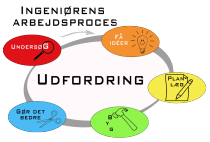
Der er udviklet ti forskellige forløb om **Ingeniørens Udfordring,** som alle tager udgangspunkt i forskellige naturfaglige emner og ingeniørfelter:

- *En fin balance* – om mekanik, balance og kræfter
- *Varme fødder* – om varmeledning, isolering og materialekendskab
- *Højt og tørt* – om at synke og flyde
- *Højt at flyve* – om luftnavigation og kræfter
- *Pust og sug* – om det menneskelige luftvejssystem
- *Vandhullet* – om jordbundstyper og filtrering
- *Grønne fingre* – om kapillærkræfter og vand som livgiver
- *Ram tonen* – om lyd og akustik
- *Mekanisk leg* – om mekanik og energi
- *Sug det op* – om elektriske kredsløb og sugeevne

En problemløsende tilgang

Ingeniørens arbejdsproces er undersøgelsesbaseret. Det vil sige at elevernes egen undring, spørgsmål, valg og designs er centrale i læringsprocessen. Ingeniørens arbejdsproces hjælper eleverne med at strukturere en udviklingsproces fra udfordring til færdigt produkt. Den er et værktøj til at fremme elevernes kreativitet og støtter udviklingen af deres problemløsningsevner; såsom at tilegne sig relevant viden, udvikle og teste ideer, fortolke resultater og evaluere løsninger. Andre kompetencer så som at overholde en deadline, sætte sig et mål og at samarbejde er også centrale i forløbet.

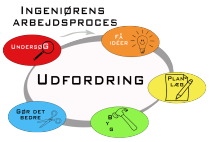
This document is produced under the EC contract № 288989
It is the property of ENGINEER Parties and shall not be distributed or reproduced without the formal approval



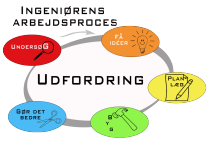
Materialets opbygning

Ingeniørens Udfordring består af en lærervejledning og tilhørerende elevark. I vejledningen til læreren findes konkrete forslag til aktiviteter, der understøtter elevernes begrebsforståelse og designproces.
I afsnittet 'Baggrundsviden til læreren' forklares de naturfaglige begreber.
Tiden er vejledende.

Aktivitet	Indhold	Tid	Formålet
Introduktion til teknologi *- Giver en introduktion til teknologi begrebet og ingeniørarbejde*	- Ingeniørarbejde og teknologi - Undersøgelse af hverdagsting - Teknologianalyse - Konklusion		At udvikle forståelsen af, at menneskeskabte genstande er udviklede til at opfylde et formål, og at teknologi i bred forstand dækker over enhver genstand, system eller proces, der er blevet udviklet til at løse et bestemt problem eller imødekomme et behov.
Udfordringen *- Udfordringen, konteksten og 'Ingeniørens arbejdsproces' introduceres*	- Her introduceres udfordringen: Yael går til lægen med åndedrætsproblemer. Hun får et måleapparat, men mister det på en klassetur. Klassen skal hjælpe Yael, og skal arbejde som ingeniører ved at designe og bygge et nyt måleapparat til hende..		At aktivere elevernes hverdagsforståelse af åndedrætssystemet og gøre produktionen af måleapparatet relevant.
Ingenørens arbejdsproces Introduktion til de fem faser	 Præsentation af modellen		. Elevrne opnår forståelse for modellen og fremgangsmåden



Undersøg	Indeholder varierende videnskabelige undersøgelser og aktiviteter vedr. Volumen, åndedrættet og luft		Eleverne klædes fagligt på til at kunne løse udfordringen/problemet Eleven får viden om åndedræt og blodkredsløb.
Få ideer	Læreren demonstrerer hvordan et apparat fx kan konstrueres		Demonstrationen sætter gang i ide fasen
	Eleverne får ideer i egne grupper		De lærer at formulere en fælles ide.
Planlæg	Grupper lægger en plan for hvordan de vil konstruere deres ide og udvælger ideen.		Eleverne får en fornemmelse for at strukturere et projekt.
Byg	Konstruktion af åndedrætsmålere		Eleverne lærer at designe enkle modeller.
Gør det bedre	Præsentationer i plenum. Fælles overvejelser og forslag til forbedringer		De får evalueret på produkterne og lærer om forbedringsprocesser og at se kritisk på produkter.
Refleksion	- Refleksioner over arbejdsprocessen		At få italesat hvad arbejdsprocessens faser har bidraget til i forhold til de overordnede målsætninger.



Viden og færdigheder

I dette undervisningsforløb tilegner eleverne sig viden om:

- Viden om åndedræt og blodkredsløb
- Gennemførelse af fysiologiske forsøg
- Volumenbegrebet og forskellige metoder til at måle volumen.

Eleverne vil arbejde med udviklingen af følgende færdighedsområder:

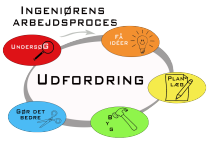
Undersøgelse: Eleven gennemfører enkle systematiske undersøgelser på baggrund af egne forventninger. De gennemfører ligeledes kontrollerede forsøg.

Modellering: Eleverne arbejder med modelleringskompetencer i planlægningsfasen, hvor de tegner en model af den støvsuger, som de senere skal bygge.

Perspektivering: Eleverne kan relatere natur og teknologi til situationer udenfor læringsrummet.

Sociale kompetencer: Eleverne samarbejder om at procudere det bedste produkt ved at lytte til hinandens idéer og udnytte deres forskellige kompetencer.

Problemløsningskompetencer: Eleverne anerkender, at der er et problem og etablerer en fortåelse for problemet og dets baggrund. Eleverne planlægger og udfører løsningen, hvorefter de afprøver og forbedrer deres produkt. Afsluttende evaluerer de processen.



Introduktion til teknologi og ingeniørarbejde

Som forudsætning for at gå i gang med udfordringen, skal eleverne have en forståelse af begrebet teknologi og ingeniørarbejde.

Denne teknologiintroduktion er ens i alle undervisningsforløb, og hensigten er at få eleverne til at tænke over, hvad teknologi er og at udfordre stereotype opfattelser af ingeniører og ingeniørarbejde.

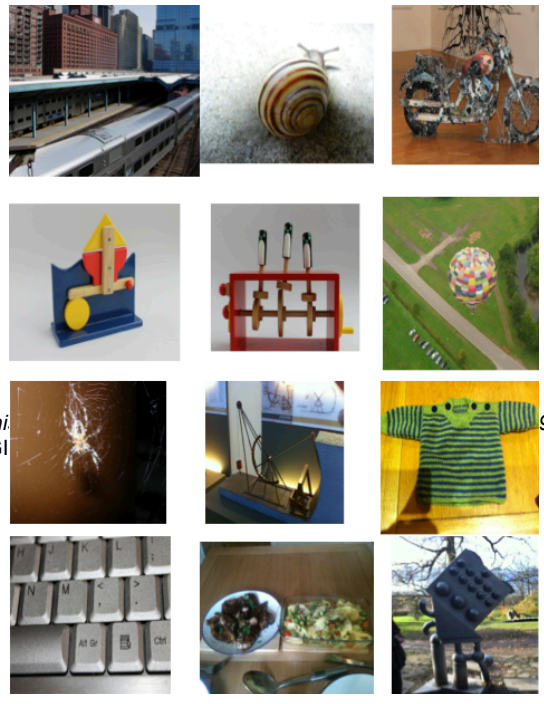
Ingeniørarbejde og teknologi

Materialer: *Post-it blokke*

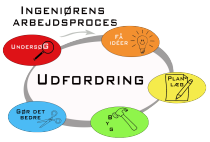
Del eleverne i fire grupper og giv hver gruppe en 'post-it' notesblok. Bed grupperne om at diskutere alle de ting, de associerer med udtrykkene 'ingeniørarbejde' og 'teknologi'.
Sørg for, at hver elev i gruppen skriver mindst en ting på 'post-it' blokken under diskussionen.

Få hver gruppe til at placere deres 'post-it' sedler på tavlen eller en stor fælles planche og få dem til kort at forklare deres valg til resten af klassen. Gem alle elevernes idéer til en gennemgang i senere i forløbet.

Yderligere diskussion af ingeniørarbejde:
Denne aktivitet kan udvides ved at uddele billeder af stereotype og usædvanlige eksempler på ingeniørarbejde, og derefter bede eleverne om at sortere billederne i ting, de associerer med ingeniørarbejde, og ting de ikke associerer med ingeniørarbejde.
Eleverne vælger hvilke billeder de releterer til ingeniørarbejde, og hvilke de ikke relaterer til ingeniørarbejde. Eleverne skal begrunde deres valg.



Thi
It is the property of ENGI *9* without the formal approval



Teknologianalyse

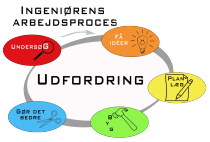
Materialer: Ca. 20 forskellige hverdagsting

Eleverne arbejder sammen to og to. Hvert par får udleveret en hverdagsting og skal finde svar på følgende spørgsmål:

- Hvad er det?
- Hvilket problem løser den?
- Hvad er den lavet af?
- Hvad kunne det ellers være lavet af?
- Hvad kan den ellers bruges til?

Når parret har diskuteret sig frem til svar på spørgsmålene, får de en ny hverdagsting.
Saml op i plenum ved at få belyst, hvad eleverne har talt om omkring de forskellige ting.

Samtalen omkring de forskellige ting kan være med til at understrege, at de fleste ting vi bruger, er lavet med et bestemt formål for øje, og at ingeniører altid træffer et valg i forhold til design og anvendelse.

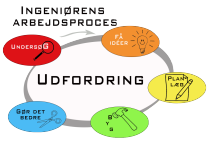


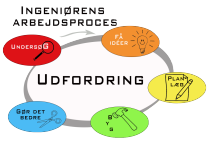
Konklusion på teknologi og ingeniørarbejde

Se på klassens post-it fra tidligere. Diskuter i klassen om eleverne har ændret syn på deres opfattelse af teknologi og ingeniørarbejde.

Væsentlige pointer:

- Der er mange forskellige måder at definere teknologi på. Ingeniørens udfordring definerer teknologi som menneskeskabte genstande, systemer eller proceser, der er udviklet til at opfylde et formål fx opfylde et behov eller løse et problem eller en udfordring
- Ingeniøren vælger de rette materialer til den rette opgave. Eleverne bør forstå at højteknologi ikke nødvendigvis er bedre end lavteknologi. Det handler om konteksten.
- Ingeniører bruger en række forskellige evner til at finde løsninger på problemer.
- Nogle løsninger virker, andre er mindre succesfulde. Ingeniørens arbejdsproces indeholder altid test, evalueringer og forbedringer for at øge succesen.
- En ingeniør arbejder indenfor faste rammer fx budget, tid og kvalitet.
- Forskellige former for ingeniørarbejde er: Bygningingeniør, Stærkstrøms-ingeniør (Elingeniør), Svagstrømsingeniør (Elektronikingeniør), IT-ingeniør, Maskiningeniør, Exportingeniør, Kemiingeniør, Miljøingeniør, Biotekingeniør, Skov- og Landskabsingeniør…
- Både mænd og kvinder, er ingeniører.


INGENIØRENS
ARBEJDSPROCES
UNDERSØG
FÅ IDEER
UDFORDRING
PLANLÆG
GØR DET BEDRE
PRØV



UDFORDRINGEN

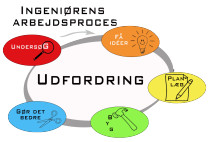
I udfordringen rammesættes hele forløbet.

Yael går til lægen med åndedrætsproblemer. Hun får et måleapparat, og bliver bedt om at måle sit maksimale udåndingsvolumen hver dag i en uge. Men på en klassetur mister hun måleapparatet. Klassen skal hjælpe Yael, og skal arbejde som ingeniører ved at designe og bygge et nyt måleapparat til hende. Et sådan apparat kaldes bl.a. et spirometer (kan groft oversættes til udåndingsmåler). I denne del aktiveres elevernes hverdagsforståelse af åndedrætssystemet.

Krav til produktet

Elevernes produkt skal opfylde bestemte krav.

- Der skal konstrueres et apparat der gør det muligt at måle udåndingsvolumen
- Man skal kunne puste i det
- Det skal være muligt at aflæse måleenheder
- Det samme resultat skal kunne måles 3 gange.



INGENIØRENS ARBEJDSPROCES

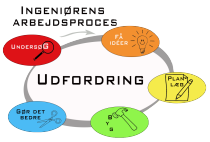
Denne del omhandler en definition af samfundets behov for teknologi samt en introduktion af ingeniørudfordringen til eleverne: at designe et apparatur til kvantitativ måling af den maksimale volumen af luft i lungerne der skal bruges til vejrtrækning (maksimal udåndingsvolumen). Eleverne stifter bekendtskab med ingeniørfeltet biomedicinsk teknologi og Ingeniørens arbejdsproces, ved at deltage i en aktivitet der beskæftiger sig med et velkendt biomedicinsk instrument: briller.

I denne del vil eleverne lære:
• om biomedicinsk teknologi og dennes betydning for lægevidenskaben
• at Ingeniørens arbejdsproces kan anvendes til at skabe vigtigt videnskabeligt apparat
• at biomedicinsk teknologi kan hjælpe med at løse medicinske problemer, der har relevans for deres egen hverdag.

Materialer (til 30 elever):
- 1 plakat der viser faserne i Ingeniørens arbejdsproces
- 30 Elevens arbejdsark 2 – Ingeniørens arbejdsproces
- 10 par briller

Forberedelse:
Lav kopier af arbejdsarkene.
Indsaml 10 forskellige par briller.
Arbejdsmetode:
• Diskussioner i plenum og demonstrationer
• Individuelt arbejde.

Hovedpointer:



Tekniske redskaber er resultatet af en proces, der involverer flere faser. Denne kaldes Ingeniørens arbejdsproces. Opgaven for en ingeniør i biomedicinsk teknologi er at udvikle metoder og apparatur til diagnosticering, behandling, genoptræning og opfølgning. Arbejdsprocessen indeholder dels en introduktion til de 5 faser i arbejdsprocessen. Her introduceres eleverne også for kravene til måle apparatet og arbejder derefter med at lave forundersøgelser, der klæder dem på til at designe, bygge og forbedre deres måle apparater

Biomedicinsk teknologi

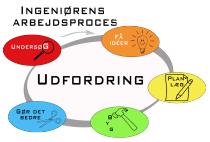
Diskussion i plenum - 20 minutter

I den indledende del har eleverne lært om ingeniørarbejde og om, hvad ingeniører laver. Ingeniørarbejde dækker ikke blot over ét men mange områder, såsom: elektroteknologi og bygningsingeniørarbejde osv. I dette undervisningsmateriale vil fokus være på biomedicinsk teknologi.

Hør eleverne, om der er nogen af dem, der før har hørt om dette ingeniørfelt. Skriv evt. elevernes svar på tavlen. *Biomedicinsk teknologi er et tværfagligt felt, der anvender viden og redskaber fra forskellige områder af ingeniørarbejde. En ingeniør i biomedicinsk teknologi har til opgave at udvikle metoder og apparatur til diagnosticering, behandling, genoptræning og opfølgning. I arbejdet kombineres viden fra forskellige ingeniør- og videnskabsområder (især lægevidenskab).*

Et eksempel på det arbejde en ingeniør i biomedicinsk teknologi laver, er fremstillingen af briller.

For at opnå en bedre forståelse af det arbejde en ingeniør i biomedicinsk teknologi udfører, skal klassen nu fokusere på en almindelig og velkendt biomedicinsk anordning: briller.
Send nogle briller rundt blandt eleverne. Lad eleverne undersøge de forskellige dele på brillerne, samt de forskellige materialer brillerne er lavet af. De kan også prøve brillerne på. Dette vil give dem en fornemmelse af hvordan det er, at se på noget der er ude af fokus eller forvrænget.



Hvilket problem løser brillerne?
Briller bruges til at rette synsnedsættelser, såsom nærsynethed, langsynethed, bygningsfejl osv.

Hvad har ingeniører brug for at vide, for at kunne afhjælpe synsnedsættelser?

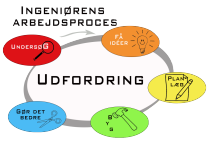
- Oftalmologi og kendskab til øjets fysiologi.
- Optik – for at matche en linsetype (konkav, konveks osv.) til en specifik synsnedsættelse.
- Materiale- og procesteknologi – for at kunne fremstille brillerne af materialer, der er så holdbare, stærke, lette i vægt og så billige som muligt.
- Ergonomi og design – for at designe behagelige og holdbare briller.

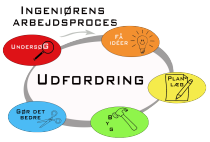
- Der er også en masse andre parametre, som ingeniører skal tage hensyn til, som fx budget, tid, tilgængelige materialer, arbejdskraft…

Efter den indledende indsamling af data, mødes et udviklingshold bestående af ingeniører og andre eksperter, og kommer med idéer til at afhjælpe den specifikke synsnedsættelse, fx nærsynethed (myopi). Efter at være kommet frem til en fælles beslutning (fx letvægtsbriller med konkave glas) planlægger de en prototype, bygger den og tester den. Hvis prototypen ikke er tilfredsstillende – går for let i stykker, får ting langt væk til at gå ud af fokus eller klemmer næsen – så forsøger udviklingsholdet at forbedre brillerne, indtil de opnår et tilfredsstillende resultat. De kan fx designe briller med multifokale glas lavet af holdbart plastik. Designprocessen for brilleproduktionen er ikke så simpel og ligetil, som det ovenstående eksempel indikerer. Nogle gange er der behov for at gå tilbage, samle mere information, bygge flere prototyper eller finde på bedre idéer.

Tip – Der kan findes mere information om biomedicinsk teknologi her:
http://www.mada.org.il/en/about/engineer/challenge/about-biomedical-engineering

http://kandidat.au.dk/biomedicinsk-teknikbiomedicinsk-teknologi-civilingenioer/


INGENIØRENS
ARBEJDSPROCES
UNDERSØG
FÅ IDEER
PLANLÆG
BYG
GØR OET BEDRE
UDFORDRING



Præsentér Ingeniørens arbejdsproces

Gennemgå indholdet af de fem faser i Ingeniørens arbejdsproces.

Undersøg: For at kunne bygge et apparat der kan måle udåndningsvolumen, bliver de først nødt til at undersøge en masse ting. I fasen *Undersøg* arbejder de med:

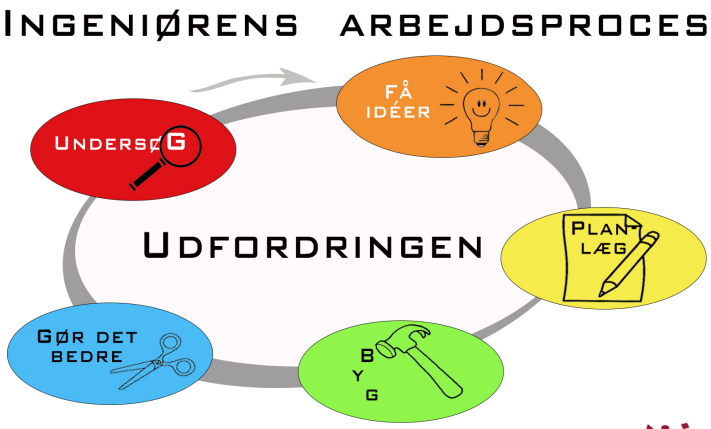
- Hvad er problemet?
- Hvad har andre gjort?
- Hvad kan vi lære af videnskabelige undersøgelser?
- Hvad er kravene?

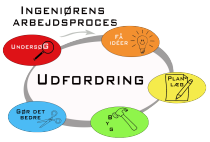
Få idéer: For at få en masse ideer til deres design brainstormer eleverne på gode idéer og vælger den bedste.

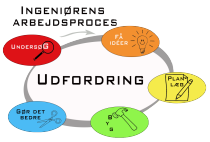
Planlæg: De tegner en model af idéen og udvælger materialer.

Byg: Nu følger de deres plan, bygger et måleapparat og tester det.

Gør det bedre: Mulige forbedringer identificeres og deres design gøres endnu bedre, hvorefter forbedringen testes.




INGENIØRENS
ARBEJDSPROCES
UNDERSØG
FÅ IDEER
PLANLÆG
BYG
GØR OET BEDRE
UDFORDRING



Historiefortælling

Diskussion i plenum

Præsentation af udfordringen: **Historien der præsenterer udfordringen læses højt for eleverne** – Se appendiks *Hvordan kan vi hjælpe Yael? En overraskende udfordring på den årlige skoleudflugt.*

Fortæl eleverne hvad målet er (udfordringen): **At designe et teknologisk apparat der kan måle maksimal udåndingsvolumen**, som kan hjælpe lægen med at diagnosticere Yaels sygdom.

Tip- En medicinsk diagnose udredes af en læge. Der er adskillige faser involveret: beskrivelse af symptomer og hvordan patienten føler det, en undersøgelse af patienten udført af lægen, anvendelsen af teknologiske apparaturer til lokalisering af kilden til problemet og/eller måling af forskellige af kroppens parametre.

Diskussion: Yaels problem er i åndedrætssystemet, hvilken del af kroppen kan det være? Hvilke problemer eller sygdomme kender I, som relaterer til åndedrætssystemet? På dette tidspunkt forventes eleverne at komme med adskillige forslag, men der er ingen grund til at identificere det korrekte svar endnu.

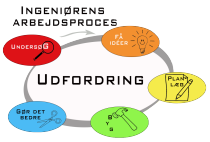
Udfyldning af Elevens arbejdsark 2 *Ingeniørens arbejdsproces*
Individuelt arbejde

Elevens arbejdsark 2 - *Ingeniørens arbejdsproces* deles ud, og eleverne udfylder det individuelt.

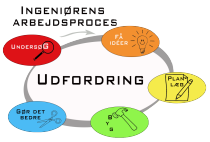
Konklusion

Plenum

Når eleverne har udfyldt arbejdsarket, præsenterer en af eleverne målsætningen og skriver udfordringen på tavlen: **at designe et biomedicinsk apparat til at måle maksimal udåndingsvolumen**.



Fortæl eleverne, at fra nu af skal de arbejde som ingeniører, og i den næste del vil de begynde med Spørgefasen – her skal de stille spørgsmål og indsamle information, som kan hjælpe dem med at klare udfordringen.



Undersøg

I befinder jer nu i spørgefasen og i de følgende øvelser vil elevnerne lære:

- Om åndedrætsystemets opbygning
- Om faserne i vejrtrækningsprocessen (indånding og udånding)
- Om volumenbegrebet og måder hvorpå det kan måles.
- Eleverne får viden om naturfaglige og teknologiske fagord og begreber fx: Respiration og volumen.

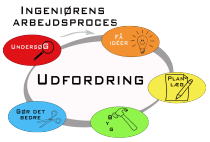
Videnskabelige undersøgelser af luft, åndedrætssystemet og volumenbegrebet

Denne del indeholder videnskabeligt materiale, som skal hjælper eleverne til at finde en løsning til deres udfordring. Der laves forsøg, som demonstrerer de videnskabelige principper bag åndedrætssystemet samt forsøg med volumen med fokus på udåndingsvolumen.

Luft er stoffer i gasform, der optager plads og kan føles. Åndedrætsprocessen inddeles i to faser: Indånding – indtaget af luft i lungerne ved en udvidelse af brystvoluminet - og udånding – udsendelsen af luft fra lungerne ved en sammentrækning af brystvoluminet. Adskillige faktorer, såsom støvpartikler og luftforurening kan forårsage indsnævring af luftvejene (luftrør og bronkier). Indsnævringen bevirker, at et formindsket volumen af luft kan passere i luftvejene og forårsager astma. Volumen = den plads der optages af et stof/en masse. Maksimal udåndingsvolumen = Det største volumen af luft, der kan udstødes fra lungerne ved en forceret udånding efter en dyb indånding.

Arbejdsmetoder:

- Diskussion i plenum og demonstrationer
- Gruppearbejde (4-5 elever i hver gruppe)



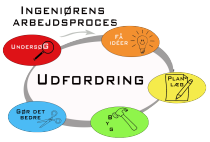
- Individuelt arbejde.

Materialer (til 30 elever):

- 30 Evalueringsark 1 – Åndedrættet
- 30 Evalueringsark 2 – Volumenbestemmelse
- 15-30 engangssprøjter
- 2 gennemsigtige sodavandsflasker – den ene med hul i bunden
- 1 rulle gennemsigtigt tape
- 1 saks
- 10 balloner
- 1 dyb gennemsigtig skål
- 1 gennemsigtigt glas
- 1 lommetørklæde
- 30 sugerør (4-5 mm i diameter, 4-5 cm lange)
- 30 plastikrør (1-1.5 cm i diameter, 4-5 cm lange)
- madbeholdere med deres volumen markeret (mælkekartoner, sodavandsflasker, rengøringsmaterialer, olie, ahornsirup, ketchupflasker osv.)
- 1-2 målecylindere (100 ml/500 ml/1 L)
- 7 bægerglas (100 ml)
- 5 kalibrerede måleglas der anvendes i køkkenet osv.
- 1 stor sten eller andet tungt objekt med udefineret facon
- 1 gennemsigtig beholder med et volumen på omkring 4 L
- 1 bøjelig plastikslange, 50 cm lang, 1 cm i diameter
- 10 skårede rør med en diameter der gør, at de kan sættes ind i en bøjelig plastikslange
- 1 sprittusch
- Evt. frugt farve

Forberedelse:

- Lav kopier af Elevens arbejdsark
- Find alt materiale og udstyr frem.



- Byg en model til illustrering af vejrtrækningsprocessen (ressourcer & instruktioner i Appendiks).
- Gennemse videoklippene:

Lommetørklædet der ikke bliver vådt
http://www.youtube.com/watch?v=9N5rkI61o-U&feature=youtu.be

Archimedes' lov 1
http://www.youtube.com/watch?v=Ryx1ELGJqeA&feature=youtu.be

Archimedes' lov 2
http://www.youtube.com/watch?v=KYkh-9-Qs1M&feature=youtu.be

Måling af udåndingsvolumen
http://www.youtube.com/watch?v=cnewH2HUbBw&feature=youtu.be

Undersøg - hvad vi har brug for at vide?

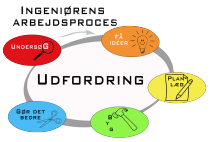
Diskussion i plenum

Fortæl eleverne, at i denne del skal de lære om videnskabelige idéer, som kan hjælpe dem, når de skal finde en løsning til udfordringen – at designe et apparat til at måle luften i udåndingsvolumenet.
Hvad har vi brug for at vide, inden vi starter på udfordringen? - Lyt til elevernes svar, og skriv dem på tavlen.

Fortæl eleverne, at de kommer til at lære om disse emner:

- Information om åndedrætssystemets opbygning (organer som lunger, luftrør osv.)
- Information om hvordan åndedrætssystemet virker
- Ting der kan påvirke åndedrætssystemets funktion
- Andre forslag fra eleverne.

Vis på plakaten med Ingeniørens arbejdsproces, hvilken fase eleverne befinder sig ved: Fasen hvor der skal samles information – Spørgefasen.



Krav til produktet

Elevernes produkt skal opfylde bestemte krav. Spørg dem evt. hvad de godt kunne tænke sig at vide *før* de bygger. Lav en fælles brainstorm og inddel deres spørgsmål i:

Om rammerne (hvor meget tid har vi, hvilke materialer har vi til rådighed, hvem skal vi arbejde med…?)

Om måleapparatet

Om forholdene

Kravspecifikation:

- Der skal konstrueres et apparat der gør det muligt at måle udåndingsvolumen
- Man skal kunne puste i det
- Det skal være muligt at aflæse måleenheder
- Det samme resultat skal kunne måles 3 gange.

I skal sammen finde svar på de spørgsmål I har formuleret. Desuden skal I lave undersøgelser, der giver jer viden om, hvordan I kan leve op til kravene.

Undersøg - hvad indånder vi?

Diskussion i plenum

Hvad indånder vi? Luft. Kan vi se luft? Kan vi mærke luft?
Eleverne kan foreslå, hvordan vi kan mærke luft: vind, luft fra lungerne der pustes ud osv. Giv hver elev en engangssprøjte. Bed dem om, at fylde sprøjten med luft og så trykke stemplet i bund og tømme den for luft.

Undersøg - luft optager plads

Individuel erfaring - 5 minutter
Eleverne skal lave flere forsøg med sprøjterne:
Sprøjterne skal igen fyldes med luft. Nu skal sprøjtens åbning blokeres med en finger, og stemplet skal presses mod bunden, så luften komprimeres. Er det muligt at presse stemplet helt i bund? Nej, det er ikke muligt, luften optager plads. Den kan komprimeres, men den optager stadig plads.

Undersøg - luft optager plads

Demonstration - oppustning af balloner i flasker – 15 minutter

Oppustning af balloner i en "forseglet" flaske og i en flaske med et hul.
Der skal bruges to gennemsigtige flasker med balloner. Begge flasker skal have et hul i bunden, hvoraf hullet er dækket af tape på den ene flaske. Få to elever til at puste ballonerne op mens de sidder i flaskerne.

Hvad sker der? Det vil lykkes for eleven med flasken med hullet i bunden at få pustet ballonen op.Eleven med den forseglede flaske vil ikke have held til at få pustet ballonen op.
Hvorfor sker dette? Hvorfor kan den ene elev puste ballonen op, mens den anden elev ikke kan? Vær opmærksom på elevernes svar, og inviter flere elever til at forsøge at puste ballonen op.

Hvordan kan vi teste og verificere forklaringerne?
Lyt til elevernes svar, og forsøg at udføre deres forslag. Åben derefter for hullet i den forseglede flaske, og forsøg endnu engang at puste ballonen op.
Forklaring: Da luften i flasken optager plads, har luften rundt om ballonen ikke noget sted at flytte sig hen, efterhånden som ballonen forsøger at udvide sig, fordi hullet er lukket. Derfor er det sværere at puste ballonen op. Når der åbnes for

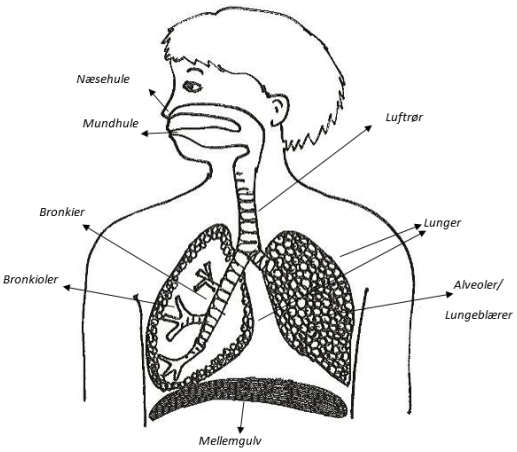
hullet, er det muligt at udvide ballonens volumen (puste den op), fordi luften i flaskes kan skubbes ud gennem hullet.

Valgfri udvidelse af arbejdet: luft optager plads - lommetørklædet – demonstration
Hvordan kan et tørt lommetørklæde komme i en balje fuld af vand uden at blive vådt?

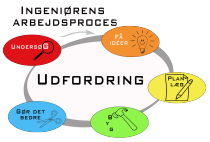
En demonstration af dette forsøg, vil tilføje 15 minutter ekstra til Del 2.
Lyt til elevernes forslag, og forsøg at gennemføre dem og diskuter med dem, hvad der sker. Til sidst (måske vil en elev foreslå dette), placeres et lommetørklæde i bunden af et glas. Vend glasset på hovedet (uden at lommetørklædet falder ud) og sænk det ned i vandfad/akvarium. Når glasset tages op igen, kan (det tørre) lommetørklæde vises til klassen.
Forklaring: Luften i glasset "optager plads" og forhindrer vand i at komme ind og gøre lommetørklædet vådt.

Undersøg - åndedrætssystemet

D**iskussion** - 15 minutter
Eleverne skal opnå en grundlæggende viden om åndedrætssystemet: at luften indtages gennem vores næser til lungerne, hvor den ilter blodet. Kuldioxid udsendes fra lungerne, hvis bevægelse er styret af mellemgulvet. Hvis processen ikke fungerer korrekt, får vi det meget dårligt, og det er derfor lægen er bekymret for Yael.



Dette kan illustreres med en plakat af åndedrætssystemet – se appendiks.



Undersøg - vejrtrækning – indånding/udånding

Demonstration/diskussion - 10 minutter
Hvordan kommer luften ned i vores lunger? For at kunne besvare dette spørgsmål, skal eleverne lave en aktivitet:

Luk jeres øjne og slap helt af i kroppen. Tag en dyb indånding, og træk luften helt ned i lungerne. Pust luften ud igen. Hvad gjorde vi, som fik os til at trække vejret ind og ud? Vi aktiverede vores bryst og mellemgulvsmuskler.

Hvad sker der, når vi tager en indånding?

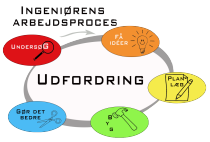
1. Når mellemgulvet (musklen der adskiller brysthulen fra bughulen) trækker sig sammen, strækkes/sænkes den, og får brystmusklerne til at løfte brystkassen.
2. Brystvoluminet udvides.
3. Lufttrykket i lungerne falder.
4. Udefrakommende (atmosfærisk) luft som har et højere tryk end luften i lungerne, kommer ind i luftvejene og lungerne.

Man kan blive ved med at fylde lungerne med luft, indtil der ikke er mere plads.

Hvad sker der, når vi laver en udånding?
Når vi begynder med en udånding, er lufttrykket i lungerne relativt højere end det er i atmosfærisk luft.

1. Åndedrætssystemets muskler slapper af – mellemgulvet buer, brystmusklerne vender tilbage til deres udgangspunkt og ribbenene, der hæfter på disse muskler sænkes igen.
2. Brystvolumenet falder på grund af tyngdekraften.
3. Lufttrykket i lungerne stiger.
4. Luft skubbes ud af lungerne mod den atmosfæriske luft, som har et lavere tryk.

This document is produced under the EC contract № 288989
It is the property of ENGINEER Parties and shall not be distributed or reproduced without the formal approval



Undersøg – gennemstrømningshastighed

Individuelle forsøg og diskussion i plenum - 20 minutter

Hvad kan påvirke luftstrømmen i åndedrætssystemet ?
Eleverne kommer med forslag, og der knyttes yderligere information til forslagene. Støvpartikler, røg, sod osv. som kommer ind i luftvejene og sætter sig fast langs siderne, kan forårsage indsnævring af disse. (Hvis et stort fremmedlegeme trænger ind i luftvejene, kan det forårsage kvælning – luften kan ikke nå frem til lungerne). Andre faktorer der kan påvirke luftstrømmen kan være indsnævring af passagerne, på grund af kramper i de muskler som dækker åndedrætssystemets passager, væskeabsorption i vævet, hævelse og slimproduktion. Vejrtrækningsproblemer fra astma skyldes indsnævringer af åndedrætssystemets passager.

For at illustrere begrebet gennemstrømningshastighed og de faktorer som påvirker den i åndedrætssystemet, kan eleverne udføre følgende simple forsøg:

Pust i rør
Eleverne skal forsøge at puste luft igennem rør med den samme længde men med varierende diameter. Bed dem om at tage en dyb indånding og derefter udånde al luften på én gang gennem et af rørene. De vil opdage, at det kræver flere kræfter og mere tid at få luften igennem et rør med en lille diameter end et med en stor diameter (det er muligt at måle tiden med et stopur). Forsøget demonstrerer luftgennemstrømningen i raske luftveje sammenlignet med luftgennemstrømningen i smalle luftveje. Jo smallere røret er, jo sværere er det at få luft ind til lungerne og ud igen.

Tip – Det anbefales, at indsamle rørene igen efter aktiviteten, da de kan distrahere eleverne og forstyrre fortsættelsen af undervisningen.

Tip – Hvis eleverne nævner astmainhalatoren, kan de få at vide, at inhalatoren (medicinen der frigives fra den) får hævelser i luftvejene til at falde. Da hævelserne forårsager indsnævring af luftvejene, vil en reduktion af disse hævelser gøre det

muligt for rørene i luftvejene at udvide sig igen og dermed normalisere vejrtrækningen.

Tip – Maksimal Udåndingsvolumen (Den forcerede vitalkapacitet - FVC) = den luftvolumen der udåndes fra lungerne ved en forceret udånding efter en maksimal indånding.

Undersøg - volumen, og hvordan den kan måles?

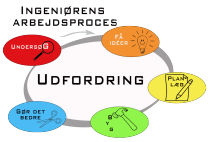
Diskussion - 5 minutter
For at kunne gennemføre udfordringen, er det nødvendigt at indsamle yderligere information om volumenbegrebet.

Hvad er volumen, og hvordan kan vi måle det?
Forklar – efter at have hørt elevernes svar – definitionen på volumen og skriv den på tavlen:

- ➔ Volumen = den plads et rumligt legeme optager i længden, bredden og højden.
- ➔ Volumen måles ofte i liter eller kubikcentimeter (1 cm x 1 cm x 1 cm). En liter = 1000 kubik cm.

Målingsresultaterne er angivet på måleinstrumentet i de relevante enheder. Når man designer et måleinstrument, er det afgørende at lave markeringer, der viser den korrekte måling. For eksempel: En lineal er markeret i intervaller af centimeter og millimeter, et termometer er markeret med intervaller på 0.1 grader Celsius, og en målecylinder er markeret med intervaller på 0.1 liter.

Undersøg – identification af volumen i forskellige beholdere
Gruppearbejde - 5 minutter
Vis klassen forskellige beholdere, som er markeret med deres respektive volumen. Fordel beholdere mellem eleverne, som de kender hjemmefra – olie, ahornsirup, ketchup, sodavand osv., og bed eleverne om at skrive voluminet ned for hver enkelt beholder.



Tip – Til de meget dygtige elever, kan der evt. udleveres en ekstra beholder, som de kan veje i stedet for at volumenbestemme. Dette kan danne baggrund for en diskussion om forskellen mellem vægt og volumen.

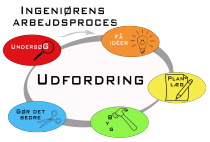
Undersøg - væskers volumen

Gruppearbejde - 15 minutter
Vis eleverne forskellige måleinstrumenter til bestemmelse af volumen – målecylinder, engangssprøjte, bægerglas, kalibrerede måleglas til køkkenbrug osv.
Derefter modtager hver gruppe en 50 ml engangssprøjte, som er fyldt helt op med vand og et bægerglas (100 ml/200 ml) eller et cylinderglas (1 L/2 L).
Eleverne vil opdage, at den samme mængde vand (10 ml) vil optage den samme volumen både i en smal beholder (sprøjten) og i en bred beholder (bægerglasset), selvom beholderne ser meget forskellige ud.

Undersøg - faste stoffers volumen

Demonstration – 10 minutter
En af metoderne til at bestemme volumenet af et fast stof er baseret på den kendsgerning, at når et fast stof nedsænkes i væske, vil væskeniveauet stige. Volumen af den fortrængte væske svarer til stoffets volumen.
På dette tidspunkt kan Archimedes' lov beskrives kort, med fokus på hvordan nedsænkning af et legeme i et badekar får vandniveauet til at stige.
Det anbefales, at dette demonstreres ved at lade et objekt (en sten, en klump modellervoks eller lignende) synke ned i en gennemsigtig beholder med vand, så eleverne kan se, hvad der sker med vandniveauet (marker det oprindelige niveau med en sprittusch). Hvis beholderen er fyldt til kanten, kan det vand der flyder over opsamles i et cylinderglas, og dets volumen kan måles.
Hvis beholderen er markeret med måleenheder, kan voluminet aflæses direkte.
Det skal understreges over for eleverne, at objektet har optaget pladsen for det vand, der er løbet over – denne "plads" er lig med objektets volumen.

Tip – Det anbefales, at der bruges farvet vand til disse forsøg (fx frugtfarve).



Tip – Inden forsøgene første gang vises for elever, anbefales det at gennemse videoklippene, som illustrerer forsøg med Archimedes' lov.

http://www.youtube.com/watch?v=KYkh-9-Qs1M&feature=youtu.be
http://www.youtube.com/watch?v=Ryx1ELGJqeA&feature=youtu.be

Opsamling på undersøgelsesfasen

Plenum – 5 minutter
Fortæl eleverne, at de nu har indsamlet information (Spørgefasen), som skal hjælpe dem til at klare udfordringen. De har lært om åndedrætssystemet, volumenbegrebet, hvad idéen er med maksimal udåndingsvolumen, og hvordan man bestemmer voluminet af væsker og faste stoffer.

Evalueringsarkene kan udleveres i slutningen af lektionen som hjemmearbejde eller som en del af lektionen (det tager 15-20 minutter at udfylde og gennemgå det). Evalueringsark 1 – Åndedrættet omhandler vejrtrækningsprocessen og faktorer som kan påvirke luftgennemstrømningen i åndedrætssystemet; træk paralleller herfra til udfordringen. Evalueringsark 2 evaluerer elevernes forståelse af, hvordan man bestemmer voluminer.

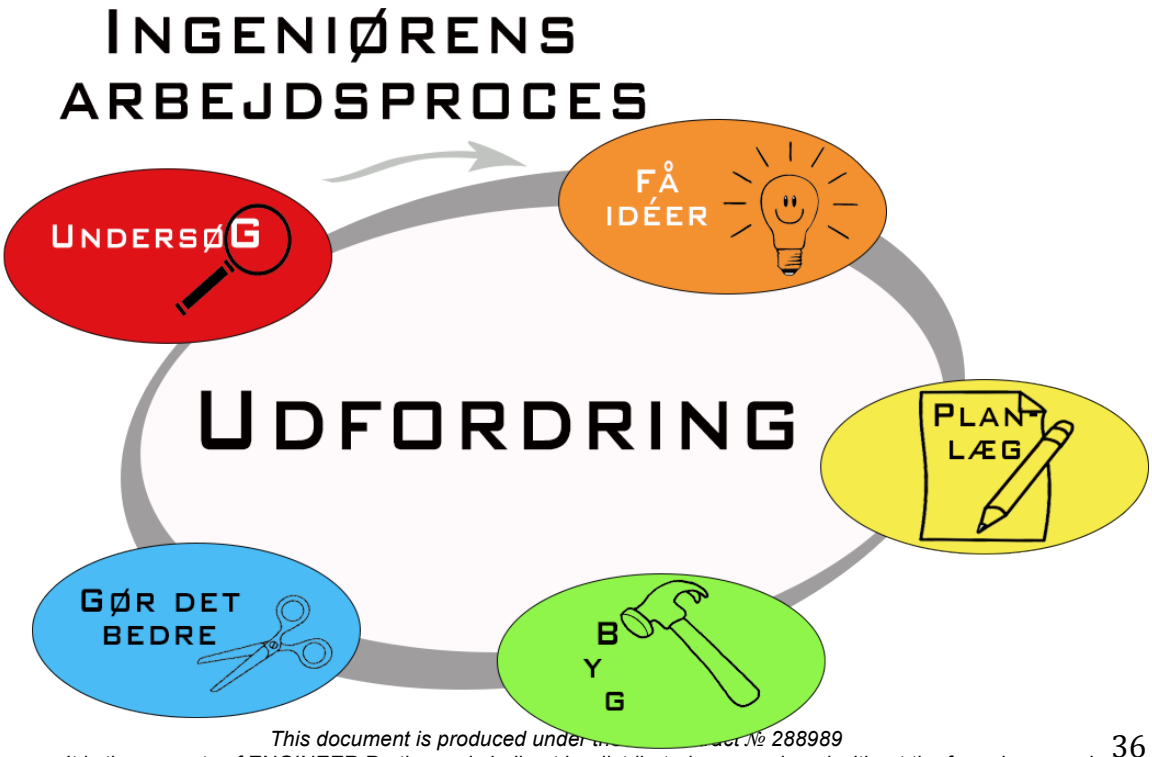
Tip – Denne aktivitet kan bruges som konklusion eller hjemmearbejde.

Tip – Det anbefales på dette tidspunkt, at Yaels problem/behov gentages, og at den udfordring eleverne står overfor, beskrives: Yael vil vide, hvorfor hun har vejrtrækningsproblemer, så vi skal hjælpe hende med at få en diagnose. Elevernes udfordring er at bygge et biomedicinsk apparat, som måler det luftvolumen, som kan udåndes fra lungerne ved en forceret udånding (som nævnt i historien).

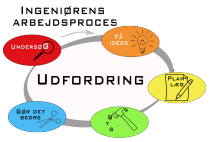
Repetér Ingeniørens arbejdsproces & krav til produktet

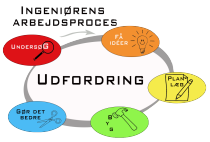
Diskussion i plenum

Mind eleverne om formålet med at hjælpe Yael ved at designe og bygge et instrument til at måle udåndingsvolumen efter en dyb indånding. (Målingerne skal gentages med samme reultat tre gange, for at sikre et reproducerbart resultat).
Indiker Målet og Spørgefasen, som eleverne har været igennem, på plakaten over arbejdsprocessen. Gentag evt. faserne.
Eleverne anvender den videnskab, de har undersøgt i den foregående del i deres forsøg på at løse problemet i udfordringen.



This document is produced under th… …ct № 288989
It is the property of ENGINEER Parties and shall not be distributed or reproduced without the formal approval


INGENIØRENS
ARBEJDSPROCES
UNDERSØG
FÅ IDEER
PLANLÆG
BYG
GØR OET BEDRE
UDFORDRING



Få ideer – i plenum

Ideer til måling af udåndingsvolumen

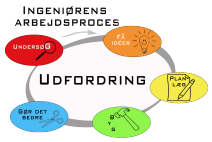
(Apparat bygget af læreren) – demonstration og diskussion – 20 minutter

Tal om, at eleverne indtil nu har lært metoder til at måle væsker og faste stoffers volumen. Er det muligt at anvende tilsvarende metoder til at måle volumen af luft? Lad eleverne tænke over dette, og giv dem ikke noget svar. Det vil hjælpe dem senere, når de skal løse udfordringen.

Eleverne ser derefter en metode til at måle det største volumen af luft, der kan udåndes fra lungerne ved en forceret udånding efter en dyb indånding (= Den Maksimale Udåndingsvolumen/Den forcerede Vitalkapacitet) ved brug af et apparat læreren har bygget. Sørg for, at alle eleverne kan se demonstrationen og vis så, hvordan udåndingsvolumen måles.

Således udføres demonstrationen:

1. Fyld skålen med vand, så det står 10 cm op ad kanten.
2. Fyld plastikbeholderen med vand til kanten.
3. Dæk åbningen af beholderen med hånden, så intet af vandet ryger ud. Vend den på hovedet nede i skålen, så åbningen er under vand.
4. Sæt den ene ende af en bøjelig plastikslange ind i beholderens åbning, under vandet. Sørg for, at slangen ikke er bøjet eller blokeret.
5. Indsæt det lille smalle rør i den anden ende af røret.
6. Tag en dyb indånding. Pust derefter så kraftigt som muligt i det smalle rør, så udåndingsluften kommer ind i beholderen.
7. Vurder mængden af udåndingsluften ved at vurdere det luftvolumen som har fortrængt vandet fra beholderen.
8. Svarer voluminet af den udåndede luft til omkring halvdelen af beholderens volumen? Eller en tredjedel af dens volumen?



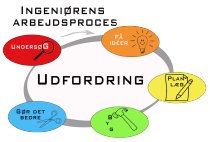
Forsøget er udført med en beholder, som ikke er kalibreret. Når eleverne opdager, at det er muligt at måle "et cirka" volumen, spørg da: Hvordan kan vi vide præcis hvor meget luft, der er udåndet? Lad eleverne svare og sammenfat diskussionen.
Fortæl, at apparatet skal være kalibreret, så volumen kan måles nøjagtigt. Måleresultaterne er angivet på måleinstrumentet i passende enheder.
Når man designer et måleinstrument, er det afgørende at lave markeringer, som viser den rette måling samt at anvende et måleinstrument med et passende måleområde. Hvis man fx skal måle længden på sin notesbog, anvender man en lineal, men hvis man skal måle afstanden mellem sit hjem og skolen, bruger man ikke en lineal, men …
På samme måde, hvis man skal måle luftvolumen i en lille ballon, bruger man højst sandsynligt ikke det samme apparat, som hvis man vil måle luftvolumen i lungerne.

Tip – Det anbefales at se følgende videoklip, som illustrerer forsøget, inden det udføres for eleverne:
http://www.youtube.com/watch?v=cnewH2HUbBw&feature=youtu.be

Tip – Lungerne er aldrig fuldstændig udtømte for luft. Der er altid en residual luftvolumen. Luften der bliver i alveolerne og bronkiolerne, forhindrer dem i at klistre sammen.

Arbejdet med at løse problemet

Gruppearbejde



Klassen inddeles i grupper af 4-5 elever, og vigtigheden af gruppearbejde understreges; det at lytte til andre gruppemedlemmers idéer og at samarbejde som et hold. Præsenter det materiale og udstyr, der er tilgængeligt for eleverne, når de skal løse problemet. Skriv faserne, som grupperne skal igennem, på tavlen: Få ideer, planlæg og byg. Eleverne anvender de udleverede redskaber til indledningsvist at planlægge konstruktionen af deres apparat og derefter at bygge det. Tjek hver fase i arbejdsprocessen, for at sikre at eleverne får succes.

Gør det klart for eleverne, at det at holde styr på tiden er afgørende i denne arbejdsproces. Opstil deadlines for hver af faserne, og gør derved også det at administrere tiden til en læreproces.

Få ideer - i grupperne

Diskussion i grupperne

Opstilling af forslag og idéer (mindst 2) indtil de beslutter sig for én løsning.
Anvend Elevens arbejdsark 3 - Få idéer – 5-7 minutter.

Planlæg

Gruppearbejde

Planlægning og udvikling af den valgte idé.
Anvend Elevens arbejdsark 4 – Planlægge – 5 minutter.

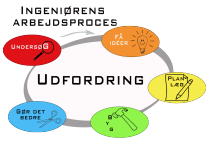
Den tredje fase er planlægningsfasen. Eleverne skal arbejde videre med idéen fra ide-fasen og konkretisere den. Eleverne arbejder ud fra deres viden om, hvilke materialer, der er til rådighed til designet. Men de har ikke adgang til dem. Dette er en god øvelse i at sætte den videnskabelige viden fra deres undersøgelser i praktisk anvendelse.

Herefter indhenter eleverne lærerens godkendelse til at gå i gang – 2 minutter.

Byg

Gruppearbejde

Eleverne afhenter materialer fra fællesbordet – 2-5 minutter.



De går herefter i gang med konstruktion af apparatet og test af det – 45 minutter.

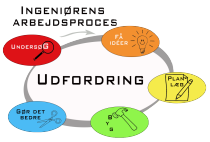
Oprydning af klasselokalet – 10 minutter

Tip – Sørg for at der arbejdes hygiejnisk, mens der bygges og prototypen testes.

Konklusion

Plenum
Når grupperne har løst udfordringen, gennemgås alle designfaserne. Der foretages en revision af faserne Spørge, Få ideer, Planlægge og fremstille, og hver fase markeres på plakaten.
Afrund med generelt at tale om, hvordan klassen har samarbejdet i grupper, vist kreativitet, arbejdet sig igennem trial and error samt oplevet fiaskoerne og skuffelserne, der uafvendeligt også opstår i ingeniørens arbejde.
Fortæl eleverne, at den næste del vil være tilegnet test og evaluering af de byggede apparater inklusive en præsentation af dem for de andre grupper.

Uddel til sidst Evalueringsark 3 – *Afsluttende opgave efter fuldførelse af udfordringen* som hjemmearbejde.



Gør det bedre

Nu skal eleverne undersøge og præsentere de måleapparater for klassen, som de har designet og bygget. Baseret på deres erfaring med de apparater de har bygget, skal eleverne diskutere og opstille forslag til forbedringer. Eleverne bliver bekendte med biomedicinsk apparatur der anvendes af læger til at diagnosticere åndedrætsproblemer. Delen afslutter med en opsummering af hele undervisningsmaterialet, hvor ringen sluttes og der vendes tilbage til den første del, historien om Yael og introduktionen til feltet biomedicinsk teknologi

Materialer

Materialer (til 30 elever):

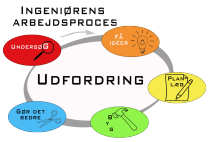
- måleapparaterne bygget af eleverne
- ved tillægsaktivitet: kort film som demonstrerer spirometeret:
- http://www.youtube.com/watch?v=LeXgXKIyRA0&feature=related
- computer
- projektor/skærm
- plakat med Ingeniørens arbejdsproces
- Evalueringsark 4 – Opsummering af undervisningsmaterialet om biomedicinsk teknologi.

Nøjagtighed, pålidelighed og brugervenlighed er vigtige faktorer, når man designer og bygger et måleapparat.

Maksimal udåndingsvolumen = det største volumen der kan udåndes fra lungerne ved en forceret udånding efter en dyb indånding. Et spirometer er et biomedicinsk apparat, der anvendes til at diagnosticere åndedrætsproblemer. I sammenligning med de apparater eleverne har bygget, er et kommercielt spirometer mere nøjagtigt og kan anvendes til yderligere lungefunktionsmålinger.

Eleverne lærer

- at der findes adskillige løsninger, der kan bruges til at løse en ingeniørudfordring ved implementering af en række videnskabelige principper
- at evaluere de apparater, de har designet og bygget i henhold til givne succeskriterier

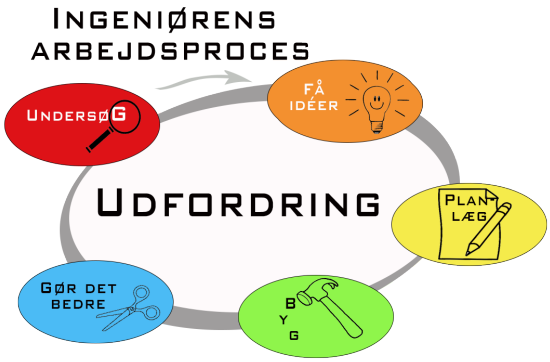


- at samarbejde kan skabe værdifulde resultater.

Gennemgang af hjemmearbejde og arbejdsfaserne

Diskussion i plenum

Gennemgå de evalueringsark, eleverne har lavet derhjemme. Kig igen på de arbejdsfaser, eleverne har været igennem, ved at udpege dem på plakaten over Ingeniørens arbejdsproces. Referer endnu engang til trial and error processen og de fiaskoer og skuffelser, såvel som succeser, der er "indbygget" i en ingeniørs arbejde.



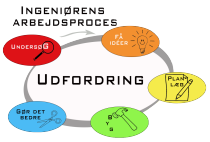
Test af apparaterne og forberedelse af præsentationen

Gruppearbejde

Ved hjælp af de apparater eleverne selv har bygget, skal de nu måle deres eget udåndingsvolumen efter en dyb indånding (maksimal udåndingsvolumen). De skal være opmærksomme på de kriterier, der er blevet stillet: at måle lungevolumen kvalitativt 3 gange, hver gang med resultater der lægger sig tæt op ad hinanden. De skal skrive resultaterne i deres notesbog. Hver gruppe forbereder en kort præsentation (2-3 minutter hver) om det apparat, de har udviklet.

Eleverne skal forholde sig til følgende problemstillinger i deres præsentation:

- Det videnskabelige princip som løsningen er baseret på Andre løsninger der har været diskuteret i de tidlige faser af designudviklingen
- De givne succeskriterier: nøjagtighed (graden af fejl der må være mellem den målte og den faktiske størrelse) og pålideligheden (evnen til at gentage og reproducere resultater).
- Brugervenlighed



Præsentation

gruppepræsentation

Hver gruppe præsenterer deres apparat for klassen og demonstrerer hvordan det virker.

Under præsentationen skal eleverne guides i deres begrebsdannelse af de anvendte videnskabelige principper og hjælpes til at relatere disse til årsager til eventuelle forskelle i deres resultater.

Hvad kan være årssagen til forskelle i elevernes resultater?

Forskelle i udåndingsvolumen kan kun skyldes køn, alder og højde.

Der burde ikke være nogen signifikant forskel i måleresultaterne grupperne imellem, men hvis der er, bør det understreges, at det ikke skyldes en defekt, men en af følgende grunde:

1. Forskelle i forbindelse med målinger:
a. Anvendelse af forskellige målemetoder med en varierende grad af pålidelighed
b. Unøjagtighed af målinger på grund af apparatets kvalitet.
2. Forskelle der opstår på grund af personlige forskelle i:
   Højde, køn, alder.

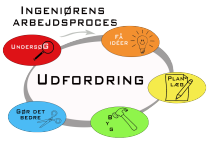
I modsætning til hvad der er almindeligt antaget, så er der ingen forskel i lungevolumen og funktion mellem raske mennesker som er i god form og dem som ikke er. Ikke desto mindre, så kan nogle lungesygdomme, som er sjældne hos børn, påvirke lungevoluminet.

Tip – Eftersom nogle af måleapparaterne vil kræve brugen af vand anbefales det, at præsentationen foregår på et fællesbord.

Forbedring af måleapparaterne

Diskussion i plenum

Spørg eleverne:



- Fik I altid det samme måleresultat, eller var der store forskelle mellem dem? (Dette var hovedkriteriet for apparatet).
- Hvordan kan I forbedre det apparat, I har bygget?
- Var jeres apparat let at anvende og nulstille igen?
- Kriterierne kan skrives på tavlen, hvorved eleverne kan vurdere kvaliteten af apparatet. Eleverne kan opstille forslag, og der kan tilføjes kommentarer hvor det er nødvendigt.

Forslag til kriterier for forbedring af apparaterne:

- Måden hvorpå den anvendes – brugervenlighed og tid der er nødvendig før apparatet kan genanvendes
- Nøjagtighed af målinger (sammenlignet med normale lungers volumen - ifølge litteraturen)
- Apparatets æstetiske fremtoning.

Tillægsaktivitet: spirometeret

Diskussion i plenum

Baseret på elevernes interesse og forståelse af emnet vurderes det, hvorvidt undervisningsmaterialet skal udvides med følgende aktivitet om en kommerciel anvendelse af biomedicinsk teknologi.

Fortæl eleverne, at de har bygget et apparat til at måle den maksimale udåndingsvolumen, som er en af komponenterne af lungevolumen. De har hørt, at lungevolumen afhænger af køn, højde og alder, undtagen i tilfælde af sjældne lungesygdomme. Som de har lært i Del 1, så lider Yael af åndenød. Da det er usandsynligt, at det skyldes en sjælden lungesygdom, så er det apparat, de har bygget ikke tilstrækkeligt til at diagnosticere hvad Yael fejler. Biomedicinske apparater hos læger er i stand til at måle yderligere data. Det kan fx være lungevolumen under forskellige forhold, samt den hastighed og det tidsforbrug hvormed luften kommer ned i lungerne eller bliver udåndet fra lungerne. Ved at holde alle disse tal op mod hinanden, kan lægen få information om lungernes funktion og stille en diagnose. Disse måleapparater er designede og byggede af ingeniører, der arbejder med biomedicin. Et sådan apparat som anvendes til måling af lungevolumen, er et **spirometer**.

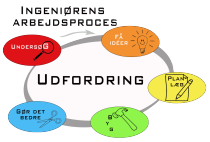
Vis eleverne en kort video: som viser spirometerets vigtighed, og hvordan det virker: http://www.youtube.com/watch?v=LeXgXKIyRA0&feature=related

https://www.youtube.com/watch?v=B3Ze1bHTGAs

Videoen skal ledsages af forklaringer.

Spirometeret – et apparat der anvendes til at måle lungefunktionen.

Dette biomedicinske apparat måler lungevolumen. Det anvendes til at diagnosticere åndedrætsproblemer såsom hæmmet luftgennemstrømning, og problemer med luftgennemstrømningshastigheden (voluminet af luftgennemstrømning i et tidsinterval) som fx astma og andre lungesygdomme.



Under undersøgelsen skal patienten lave en forceret udånding ind i apparatet. Adskillige lungevoluminer bliver målt og udregnet. Lægen fortolker resultaterne og afgør om der er et problem, og hvis der er, hvad problemet så er.
Prøverne inkluderer målinger af maksimal udåndingsvolumen efter en dyb indånding og "normal" udåndingsvolumen. Disse målinger blev også udført med de apparater eleverne byggede.

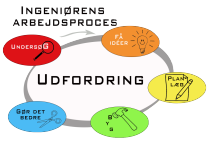
Spirometeret bruger forskellige sensorer og enheder som måler data og oversætter dem til elektriske signaler. Det kan påpeges, at fordi vi ikke har nok information om det biomedicinske teknologiområde, og ikke har de teknologiske ressourcer, så kan de apparater eleverne bygger ikke udføre mange af de målinger og udregninger som et kommercielt apparat, og det er derfor selvfølgelig ikke så nøjagtigt som et kommercielt spirometer.

REFLEKSION

Plenum og individuelt arbejde

I refleksionsdelen får eleverne lejlighed til at reflektere over, hvordan de har arbejdet og hvornår de har lært noget, der har haft betydning. Det er vigtigt at eleverne gør sig refleksioner omkring arbejdsprocessen og hvordan den har bidraget til eller forstyrret arbejdet med at få designet et apparat, der levede op til kravene.
Del Evalueringsark 4 – *Opsummering af undervisningsmaterialet om biomedicinsk teknologi* ud til eleverne.
Når hver elev har udfyldt evalueringsarket individuelt, tjekkes svarene i fællesskab, mens der diskuteres, og arbejdsfaserne vises på plakaten over Ingeniørens arbejdsproces.

Tip – Baggrundsinformation om målinger forefindes i appendiks og her:
http://www.mada.org.il/en/about/engineer/challenge/measurement?from=ref-inpage



Bilag

Historien der sætter rammen for udfordringen – Hvordan kan vi hjælpe Yael?

En overraskende udfordring på den årlige skoleudflugt

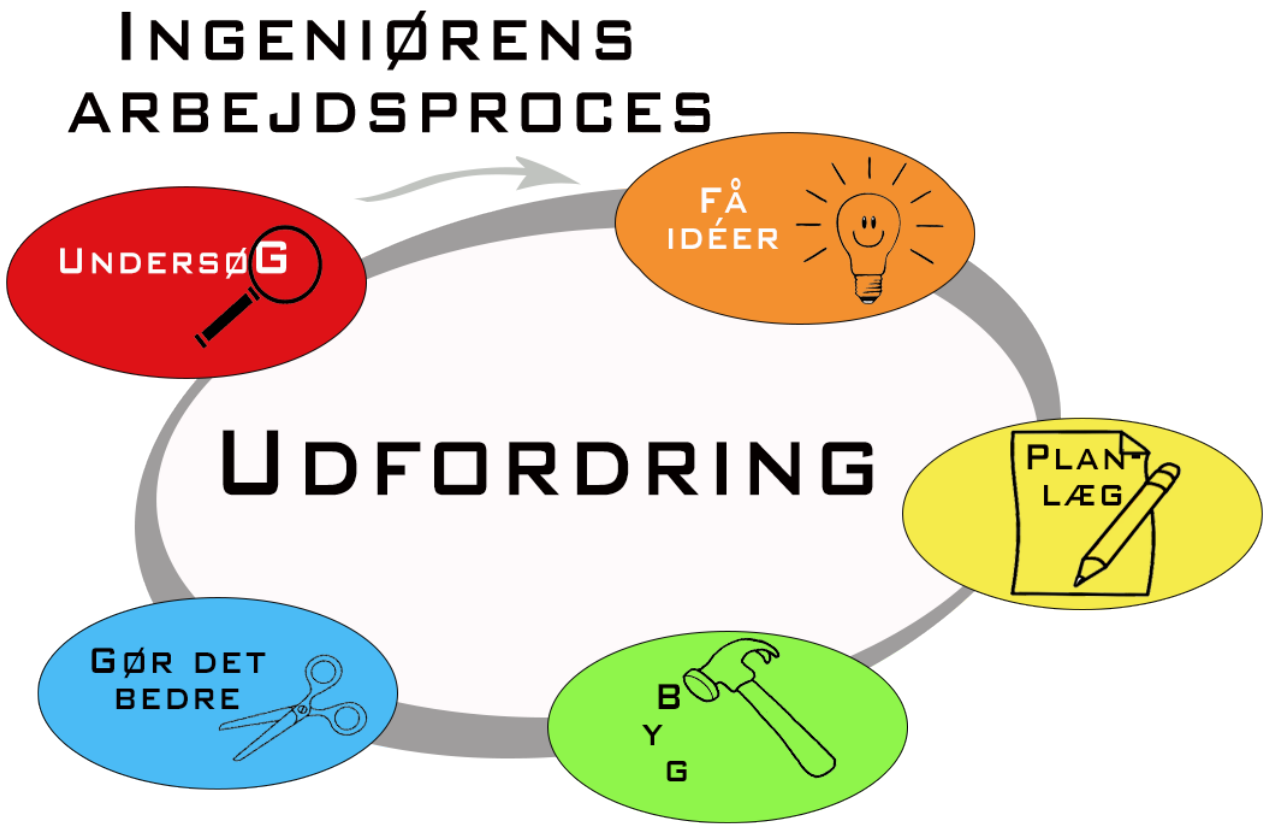
"Yael, så er det din tur!"
Yael rejste sig op og gik hen mod lægens dør. Hun var en lille smule nervøs. Lægen smilede, og bad hende om at sætte sig ned.
"Hej Yael, jeg hedder Michal og er læge. Jeg er specialist i åndedrætssystemet. Hvad kan jeg hjælpe dig med?" Yael var meget overrasket over, at lægen stillede hende spørgsmål i stedet for at undersøge hende.
"Det hele begyndte for to uger siden" forklarede Yael. "Vi spillede bold i frikvarteret, og midt i spillet begyndte jeg at få smerter i mit bryst. Jeg måtte stoppe spillet for at få vejret, og når jeg trak vejret ind, var der en hvæsende lyd i min hals.
"For et par dage siden," fortsatte hun, "da jeg var på vej ud for at købe ind med mine venner, kørte en bus forbi, som udsendte skyer af sort røg. Alle begyndte at hoste, men jeg hostede mere end alle de andre."
Lægen lyttede opmærksomt, og sagde så, "jeg kan forstå, at du har vejrtrækningsproblemer. Vi må finde ud af hvad det skyldes."
Yael blev foruroliget. "Men jeg skal på en skoleudflugt i morgen. Det vil jeg ikke gå glip af!"
Lægen smilede. "Bare rolig Yael. Vi er bare nødt til at foretage en simpel kontrol, noget du selv kan klare på skoleudflugten. Jeg kan se, at du er både moden og ansvarsfuld, og jeg er sikker på, at du kan klare det."
Det fik Yael til at føle sig mindre nervøs. Faktisk var hun ret stolt over, at lægen mente, hun var både moden og ansvarlig. "Hvad skal jeg gøre?" spurgte hun.
"Jeg giver dig et apparat til at måle det maksimale udåndingsvolumen, du kan presse ud af dine lunger, og så giver jeg dig også en notesbog. Hver dag i en uge skal du tage en dyb indånding, og så presse luften ud igen så hårdt du kan i én udånding ind i måleapparatet. Så skal du skrive resultatet, der vises på apparatet i din notesbog. Vi

mødes igen om en uge, og så skal du vise mig, hvad du har skrevet i din notesbog. Dine resultater kan hjælpe os med at diagnosticere dig."
Det lød slet ikke skræmmende. Yael tog måleapparatet og notesbogen. "Bare rolig, doktor" sagde hun, "Jeg vil skrive resultaterne ned, præcis som du har sagt. Du kan stole på mig."
Lægen smilede igen, og sagde farvel. Yaels mor ventede på hende udenfor. Yael viste hende måleapparatet og notesbogen og forklarede hende, hvad lægen havde sagt, hun skulle gøre.
Den næste dag vågnede Yael tidligt for at forberede sig til udflugten. Selvfølgelig huskede hun, hvad lægen havde sagt til hende. Hun pakkede måleapparatet og notesbogen, og hun glemte ikke noget at skrive med, så hun kunne skrive resultaterne ned. Så skyndte hun sig i skole med sin store taske, så hun kunne vise sine venner det nye måleapparat. I samme øjeblik ankom bussen, og alle børnene steg ind. Yael skubbede hurtigt apparatet ovenpå alt det andet i tasken, og lagde den ind i bussens store baggagerum. Så løb hun ind i bussen for at sidde ved siden af sin bedste ven, Avigail.

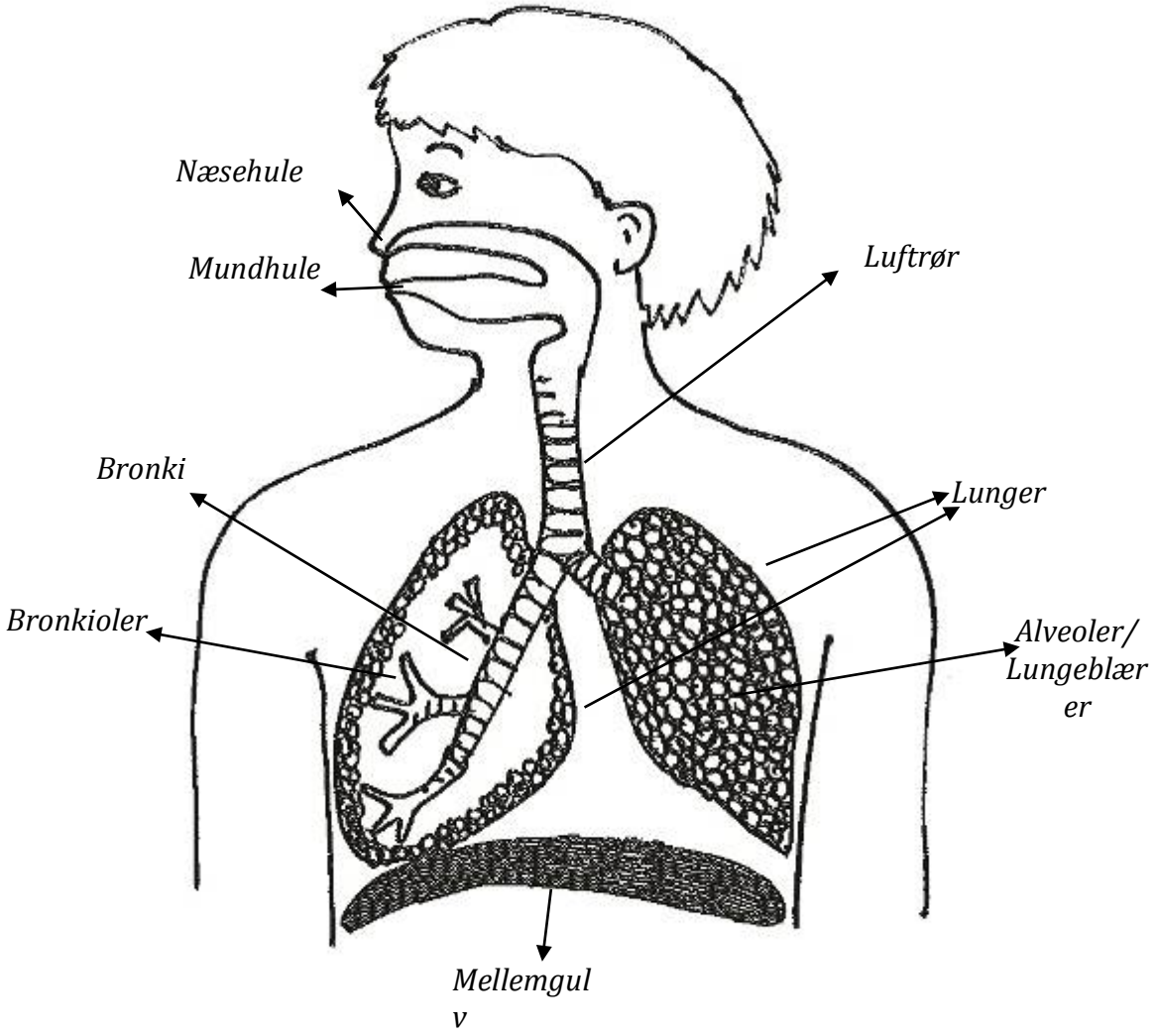
Turen var rigtig sjov. Da de stoppede, bad guiden alle om at finde deres drikkedunke frem og drikke en masse vand. Men da Yael åbnede sin taske for at finde drikkedunken, opdagede hun, til sin skræk, at måleinstrumentet var gået i stykker. Det måtte være blevet klemt mellem de andre tasker, mens bussen kørte. Næsten grædende tog Yael stykkerne ud, et efter et. Hvordan skulle hun nu måle sit udåndingsvolumen? Lægen ville blive så skuffet.
"Du skal ikke være ked af det, Yael," sagde Avigail, da hendes venner samlede sig omkring hende. "Vi hjælper dig med at finde på en løsning. Sagde du ikke, at lægen vil have dig til at måle dit maksimale udåndingsvolumen? Jeg er sikker på, at vi kan finde en måde at gøre det på, selv uden det apparat lægen gav dig."

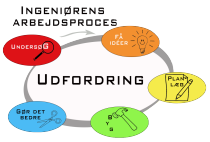
Note til læreren: På dette tidspunkt skal eleverne have at vide, at i de kommende lektioner skal de hjælpe Yael med at finde en måde, hvorpå hun kan måle sit maksimale udåndingsvolumen ved hjælp af simple materialer, som børnene har med på udflugten.

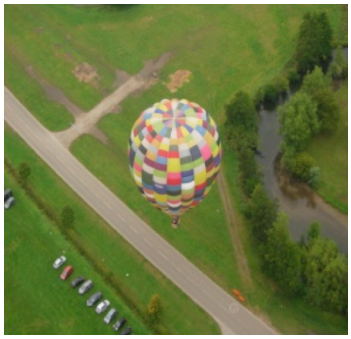
Ingeniørens arbejdsproces

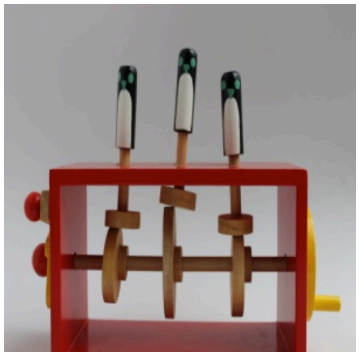


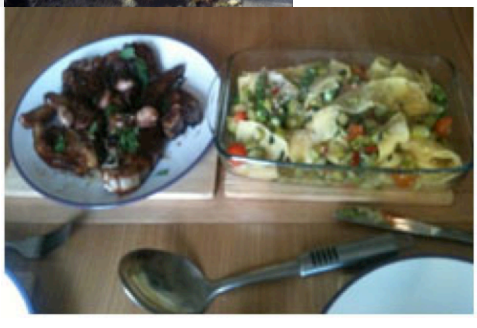
Åndedrætssystemet

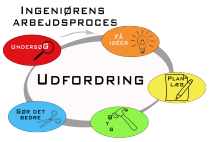



INGENIØRENS
ARBEJDSPROCES
UNDERSØG
FÅ IDEER
UDFORDRING
PLANLÆG
GØR DET BEDRE









Noter til læreren – Ingeniørarbejde?

Billederne på arbejdsark 1 har til hensigt at fremme elevernes diskussion om hvad ingeniørarbejde er, hvad ingeniører laver og hvem der kunne være involveret i de forskellige former for ingeniørarbejde.
Billederne af edderkoppen og sneglen udgør nogle interessante udfordringer. Eleverne kan fx beslutte, at edderkoppens udvikling af et spindelvæv, er ingeniørarbejde, og dette kan relateres til andre eksempler på dyrs 'ingeniørarbejde' (som en bæver der bygger en dæmning). En interessant pointe her kunne være, at det er mere almindeligt at tænke på ingeniørarbejde som noget menneskeskabt.
Men vi kan dog lære en masse af at kigge på naturen. For eksempel er det materiale edderkopper bruger til deres spind, blevet kopieret til et utrolig stærkt materiale (Kevlar), som har mange nyttige egenskaber. På tilsvarende vis har sneglen udviklet en strategi, der gør den i stand til at passere over ru overflader, uden at dens bløde krop tager skade. Det interessante er, om dette kan være nyttigt i forhold til at løse et problem i menneskenes verden (et godt eksempel er Velcro, som er udviklet fra burreplanter).
Legetøjet kunne anses som ingeniørarbejde fordi det viser anvendelsen af mekanik, men det er interessant at spørge hvilke materialer det kan være lavet af, og hvem der faktisk laver dem. Dette fører sandsynligvis til nogle kønsspørgsmål (mange fra klassen vil nok tænke, at legetøjet er lavet til børn af legetøjsdesignere, der er mænd). Noget lignende kan opstå, når eleverne diskuterer det strikkede tøj og det tilberedte måltid - eleverne tror måske at disse er lavet udelukkende af kvinder, og at de ikke er resultater af ingeniørarbejde.
Nogle af de andre billeder med skulpturer og kunst, vil måske blive opfattet, som noget der ikke kommer af ingeniørarbejde, og som er uden noget rigtigt formål. Dette vil give anledning til et spørgsmål om forbindelsen mellem ingeniørarbejde og kunst, og om hvorvidt menneskeskabte genstande nødvendigvis skal have et praktisk formål, før det tæller som ingeniørarbejde.
Hensigten med billederne er at stimulere engagementet og dialogen omkring ingeniørarbejde. Dette kunne føre til en diskussion om, hvad der er involveret i ingeniørarbejde, og det ville være et oplagt sted at introducere Ingeniørens arbejdsproces til eleverne.

Svarark Åndedrættet

Navn: .....
Dato: .....

1. Lav orden i de forskellige faser af vejrtrækningsprocessen:

Faser ved indånding:

- ☐ **2** Brystets volumen øges
- ☐ **1** Sammentrækning af mellemgulvet og brystmusklerne
- ☐ **4** Udefrakommende luft, som er under et højere tryk end luften i lungerne, kommer ind i luftvejene og lungerne
- ☐ **3** Lufttrykket i lungerne falder

Faser ved udånding:

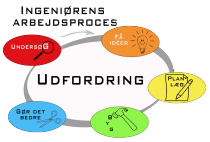
- ☐ **1** Mellemgulvet og brystmusklerne afslappes og ribbenene sænkes
- ☐ **2** Brystets volumen falder
- ☐ **4** Luft forlader lungerne mod den ydre luft, som er under et lavere tryk
- ☐ **3** Lufttrykket i lungerne øges

2. Marker de faktorer der kan have indflydelse på luftpassagen i luftvejene

- ☐ Støvpartikler
- ☐ Røg
- ☐ Slim
- ■ Alle de ovenstående

3. **Find 8 ord der er relaterede til vejrtrækning:** Laves med danske ord!!

a	i	b	e	d	k	S	i	l	s
s	j	e	x	h	a	L	n	u	n
t	k	j	h	x	d	U	h	n	z
m	d	i	a	p	h	R	a	g	m
a	j	v	l	f	x	G	l	s	f
g	t	r	a	c	h	E	a	i	r



q	a	s	t	h	m	A	t	b	c
v	s	d	i	a	p	H	i	a	m
c	z	m	o	u	t	H	o	i	k
b	k	i	n	h	a	L	n	o	n

Volumenbestemmelse

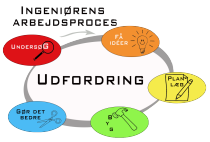
1. Uri var ved at lave en kage til sin søsters fødselsdag. Han kom hurtigt alle ingredienserne i en skål, indtil han pludselig løb ind i et problem. I opskriften stod der, at der skulle 1 milliliter vaniljeekstrakt i dejen, og Uri kunne ikke finde ud af hvilket måleredskab han skulle bruge. Kan du hjælpe Uri med at finde det bedste måleredskab?
   - ☐ En 50 ml sprøjte
   - ☐ En 20 ml målecylinder
   - ☐ En 30 cm lineal
   - ■ En 5 ml sprøjte

2. Sygeplejersken på den lægeklinik som har behandlet Yael, vil bestille et apparat til at måle Yaels maksimale udåndingsvolumen. Måleområdet på hvert apparat er forskelligt. Hjælp sygeplejersken med at vælge det bedst egnede apparat. Forklar dit svar.
   - ☐ 0-4 ml
   - ☐ 0-40 ml
   - ■ 0-4 liter
   - ☐ 0-40 liter

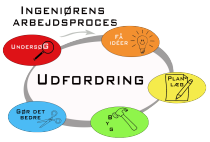
3. Det at markere gradueringer på et måleinstrument i henhold til de fysiske målinger vi har brug for, kaldes:
   - ■ Kalibrering
   - ☐ Arrangering
   - ☐ Sortering
   - ☐ Notation

4. Lav krydsordet, og find et vigtigt begreb du har lært om i klassen i dag. Svaret er i de grå bokse.

									v						
1 c	a	l	i	b	r	a	t	i	o	n					
									2 l	i	t	r	e		
					3	e	a	s	u	r	i	n	g		



	m								
4 a	r	c	h	i	m	e	d	e	s
5 e	n	g	i	n	e	e	r		



Definitioner:

1. Den proces hvor vi justerer mellem den måling, der indikeres af en sensor eller et måleapparat og den fysiske måling vi vil lave - Kalibrering
2. En enhed for måling af volumen - Liter
3. En lineal, en målecylinder og et termometer er eksempler på måleapparater.
4. En kendt græsk videnskabsmand og ingeniør, som opdagede en metode til volumenbestemmelse af faste stoffer - Archimedes
5. En person som anvender sin kreativitet og forståelse af materialer, redskaber og videnskab til at designe ting som løser problemer - Ingeniør

Baggrundsviden om åndedrætssystemet

Centrale naturvidenskabelige begreber og viden der anvendes i Del 2

- Åndedrætssystemets opbygning.
- Vejrtrækningsprocessens funktion er at forsyne kroppen med oxygen til vejrtrækningen og at transportere kuldioxid ud af kroppen som et biprodukt fra vejrtrækningen.
- Faserne i åndedrætsprocessen (indånding og udånding).
- Indånding er indtaget af luft i lungerne gennem en udvidelse af brystvoluminet, forårsaget af en sammentrækning af de muskler der hæfter til brystkassen og sammentrækning af mellemgulvet.
- Udvidelsen af brystvoluminet under en indånding skaber et nedsat tryk i lungerne (sammenlignet med det atmosfæriske lufttryk udenfor kroppen), og dette får luften til at strømme ind i lungerne.
- Udånding er udsendelsen af luft fra lungerne ved en sammentrækning af brystvoluminet, der opstår ved afslapning af brystmuskler og mellemgulv.
- Sammentrækning af brystvoluminet under udåndingen skaber et øget tryk i lungerne (sammenlignet med det atmosfæriske lufttryk udenfor kroppen), og dette får luften til at strømme ud af lungerne.
- volumen = Den plads et stof eller en genstand optager.
- Luft er et stof som optager plads; det kan presses sammen, men det optager stadig plads.
- Adskillige ting, såsom støvpartikler og luftforurening, kan forårsage forsnævring af luftvejene.
- Forsnævring af luftvejene giver et nedsat volumen af luft der kan passere gennem luftvejene, og resulterer i sygdomstilstanden astma.
- Maksimal udåndingsvolumen = Det største luftvolumen der kan udåndes ved en forceret udånding efter en dyb indånding.

Vejrtrækning

Åndedrætssystemet er det system i menneskekroppen, som gør os i stand til at trække vejret. Vejrtrækning er en proces der involverer bevægelse af luft ind i lungerne (**indånding**) og bevægelse af luft ud af lungerne (**udånding**). Iltindtaget i lungerne fra luften passerer igennem tynde hindeagtig vægge (lungealveolernes). Det transporteres af blodsystemet rundt til alle kroppens celler, hvor det er nødvendigt for cellernes stofskifte. ***Vejrtrækning*** er processen som stiller energi til rådighed til vækst og opretholdelse af kroppens funktioner. Kuldioxid er et biprodukt fra cellernes stofskifteprocesser og fjernes fra cellerne med blodsystemet til lungerne, hvor det diffunderer gennem lungealveolernes cellemembran og udåndes, når vi trækker vejret ud.

Åndedrætssystemets forskellige dele

Åndedrætssystemet er delt i to dele:

1. ***Øvre luftveje***. Dette omfatter næsen, munden og starten af luftrøret (Den del der indtager luft og slipper det ud).
2. ***Nedre luftveje***. Dette omfatter luftrøret, bronkierne, bronkiolerne og lungealveolerne (vejrtrækningsprocessen foregår i dette system).

Organerne i de nedre luftveje sidder i brysthulen. De er afgrænsede og beskyttede af ribbenene, brystbenet (sternum) og musklerne mellem ribbenene og mellemgulvet (en muskelplade mellem brysthulen og bughulen).

- ***Lungerne*** – To organer der findes i alle hvirveldyr. Lungernes opbygning inkluderer bronkietræet – luftrør der forgrener sig fra bronkierne til mindre og mindre luftrør, som hver ender i en alveole (lungeblære).
- ***Luftrøret*** – Røret der forbinder halsen med bronkierne.
- ***Bronkierne*** – Luftrøret deler sig i to bronkier (rør). En leder til den venstre lunge, den anden leder til den højre lunge. Inde i lungerne deler hver bronkie sig i mindre bronkier, som kaldes bronkioler.
- ***Alveoler/Lungeblærer*** – små udposninger (luftrum) afgrænsede af et enkelt lag overfladeceller omgivet af hårtynde blodkar (kapillærer). Alveolernes kugleform giver dem en stor overflade, over hvilken gasudvekslingen kan foregå. Gasudvekslingen sker gennem membranen på den til alle tider luftfyldte alveole. Ilt (O_2) absorberes fra luften ind i blodkarrene og hjertet får blodet til at cirkulere gennem alle kroppens væv. På samme tid diffunderer kuldioxid (CO_2) fra blodkarrene og ind i alveolerne og transporteres derfra gennem bronkierne og de øvre luftveje.

Et detaljeret diagram over lungerne kan ses her:
http://www.biologyguide.net/biol1/4_lungs.htm

Vejrtrækningsprocessen
Vejrtrækningsprocessen har to faser – indånding og udånding.

- Indånding – er indtaget af luft i lungerne ved en udvidelse af brystvoluminet.
- Udånding – er udsendelsen af luft fra lungerne ved en sammentrækning af brystvoluminet.

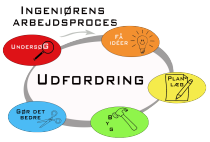
Indånding og udånding involverer muskler:

1. Ribbensmuskler = musklerne mellem ribbenene i brystet.
2. Mellemgulvsmuskel.

Mellemgulvet og ribbensmusklerne er i konstant aktivering i sammentrækninger og afslapninger (omkring 16 gange i minuttet), således at brysthulen øges og mindskes i omfang.

Under indånding – Musklerne trækker sig sammen:
Sammentrækning af mellemgulvsmusklen får mellemgulvet til at flade ud, og forstørrer derved brysthulen. Sammentrækning af ribbensmusklerne får ribbenene til at hæve sig, og øger derved brystvoluminet. Brysthulen udvider sig, og sænker derved lufttrykket inde i lungerne. Det lave lufttryk får luft udefra til at blive trukket passivt ind i lungerne. Luften bevæger sig ind i lungerne på grund af trykforskellen mellem det eksterne lufttryk og det reducerede lufttryk inde i lungerne.

Under udånding – Musklerne trækker sig ikke længere sammen, de slapper af.
Mellemgulvet buer og hæver sig, ribbenene sænkes og brystvoluminet falder. Brysthulen trækker sig sammen og skaber et øget lufttryk inde i lungerne (sammenlignet med luften udenfor lungerne). Dette får luften inde i lungerne til at blive stødt ud gennem de øvre luftveje.



Følg linket nedenunder, for at se animationer der illustrerer forandringerne i brystvoluminet under indånding og udånding – bemærk at de kun viser bevægelserne af mellemgulvet, ikke af ribbensmusklerne. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diafragma_ademhaling.gif
http://www.nhlbi.nih.gov/health/health-topics/topics/hlw/whathappens.html

Astma

Astma er en sygdomstilstand, som får luftvejenes ringformede muskler til at blive hyperaktive og trække sig sammen, som i en slags krampe ved ydre påvirkninger. Når de trækker sig sammen, indsnævres luftvejene og slimhinden bliver inflammeret og begynder at hæve. Slimproduktion kan også forårsage en yderligere indsnævring af luftvejene. Denne irritation kan give hoste og gør det svært at trække vejret. Det er mere sandsynligt at udvikle astma, hvis der er en familiær disposition samt hvis der er allergier og eksem. Der er desuden visse miljømæssige faktorer såsom forurening (fx røg, støvpartikler, sod osv.), som kan spille en rolle. Astma kan udvikle sig hos voksne som en konsekvens af en virusinfektion eller irriterende stoffer og allergener på arbejdspladsen.

Den biomedicinske ingeniørs opgave er at udvikle metoder og apparater til diagnosticering, behandling, genoptræning og opfølgning. Nøjagtighed, pålidelighed og brugervenlighed er vigtige parametre for måleinstrumenter. Spirometret er et biomedicinsk apparat, der bruges til at diagnosticere vejrtrækningsproblemer. Det bruges til at måle **maksimal udåndingsvolumen** (det største luftvolumen der kan udåndes ved en forceret udånding efter en dyb indånding). Det maksimale lungevolumen hos en rask voksen er op til 5-6 liter. Hos børn er det maksimale lungevolumen op til 2-3 liter, afhængig af alder. Hos spædbørn er det op til 600-1000 milliliter. Det hedder ***TLC*** (***total lungekapacitet***).

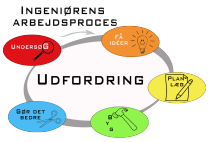
I historien bliver Yael bedt om at måle sit maksimale udåndingsvolumen og skrive resultaterne ned hver dag i en uge for at hjælpe lægen med at stille en diagnose. Det kræver et apparat, som nøjagtigt og pålideligt kan måle mængden af udåndet luft.

Tip – Der kan findes mere information om lungefunktionsmålinger her:
http://www.mada.org.il/en/about/engineer/challenge/respiratory-system#functions

Målinger

Nogle ting kan ikke måles kvantitativt (fx følelser, præferencer osv.); de måles kvalitativt ved sammenligning (fx at foretrække smagen af en type æble frem for en anden). Måleudstyr, derimod, måler præcist i sammenligning med et standardmål (fx en centimeter, et kilo, en grad Celsius, et sekund). Det vigtigste aspekt ved måleudstyr er dets evne til at gentage og reproducere resultater. Med andre ord, hver gang vi måler den samme ting, skal vi opnå det samme resultat.

Tip – Der kan findes mere information om målinger her:
http://www.mada.org.il/en/about/engineer/challenge/measurement?from=ref-inpage



Elevers forestillinger om åndedrætssystemet og volumen

Børns tanker og idéer om hvordan verden fungerer, udvikles fra deres daglige interaktioner og erfaringer med omverdenen. Disse repræsenterer ikke nødvendigvis den nuværende etablerede videnskabelige opfattelse, men indeholder som regel et fornuftigt og logisk ræsonnement baseret på observation og interaktion.
Ved at give børnene muligheder for at udfordre deres tankegang gennem aktiviteter, vil der være en større sandsynlighed for at ændre deres opfattelser, end hvis de blot bliver præsenteret for fakta. Dette kræver dog en stor pædagogisk indsats. Det er meget krævende for elever på alle niveauer og aldre at rumme nye idéer om et bestemt fænomen, især når disse synes at modsige sund fornuft. Selv om forskning på området giver en vis indsigt i de idéer, elever sandsynligvis har om bestemte naturvidenskabelige begreber, vil eleverne ofte have vanskeligheder med at formulere deres tanker, og derfor er det nødvendigt at udvise en vis forsigtighed i forhold til at lave antagelser om elevernes ræsonnementer. Dette understreger betydningen af at give eleverne en mulighed for at diskutere deres tanker.

Børns forestillinger om luft
Opfattelsen blandt mange elever er, at luft ikke indeholder "noget" (at det ingen masse har og ingen volumen), og at det derfor ikke fylder noget. Driver et al. (1) rapporterer fra en undersøgelse af franske studerende udført af Séré, som fandt, at ved 11-års alderen var forestillingen om lufts eksistens i åbne beholdere veletableret, og elever troede at luft kunne komme ind og ud af beholdere. Nogle elever var dog mindre sikre på, at luft kunne befinde sig i en forseglet beholder, og de identificerede kun tilstedeværelsen af luft, når de kunne fornemme luften bevæge sig.

Begrebet luftvolumen er afgørende for forståelsen af lungefunktion, og derfor er Del 2 (Akt. 2.3, 2,4 og 2.5) lavet til at hjælpe eleverne med at opbygge forestillingen om, at luft fylder og optager plads. I Del 2 eksperimenterer eleverne selv og ser demonstrationer, der viser at luft er en substans.

Børns forestillinger om volumen
Nogle elever vil forudsige, at det samme volumen af en væske vil nå det samme niveau i forskellige beholdere. De har svært ved at indse, at den samme væskevolumen når et lavere niveau i en bred beholder og et højere niveau i en smal beholder (altså: De forstår ikke at **volumen er konserveret**). Ifølge psykologen Jean Piaget, er konservering af volumen betegnende for *logisk* tænkning og udvikles omkring 7-12-års alderen under det, han beskriver som *den konkrete operationelle udviklingsfase*. Læs mere om Piagets fascinerende idéer, herunder en kritisk undersøgelse af hans teori: http://www.simplypsychology.org/concrete-operational.html

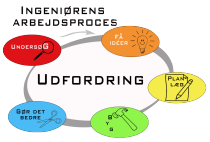
I Del 2, Akt. 2.12 behandles konservering af volumen direkte, da eleverne skal hælde det samme vandvolumen i to forskellige beholdere, den ene bred og den anden smal. Det illustrerer, at et væskevolumen kan se forskelligt ud i forskellige beholdere. Det er vigtigt, at give eleverne lov til at komme med forudsigelser, at kigge nøje på resultaterne og diskutere betydningen af deres observationer for at kunne begynde at behandle denne intuitive idé.

Børns (og voksnes) forestillinger om lungerne og lungevolumen
Børns viden om kropsdele og deres funktion begynder som regel med det, de kan se, føle eller høre (2). Så de er langt mere tilbøjelige til at være opmærksomme på hjertet end på lungerne. Det er derfor

vigtigt, at eleverne har mulighed for at fokusere på deres egen oplevelse af ind- og udånding. Eleverne skal opleve luftens bevægelse ind og ud af deres egen krop og mærke brysthulen udvide sig og mellemgulvet bevæge sig op og ned. På denne måde er de mere tilbøjelige til at lave anvendelige forbindelser til forsøg, der skal simulere dele af vejrtrækningsprocessen.
Der skal også tages højde for det sprog, der anvendes under behandling af dette emne. Eleverne skal have hjælp til at blive præcise i deres brug af begreberne. Det er fx ofte, at ordet bryst anvendes, når der i virkeligheden menes lunger. Forskning i Storbritannien har vist, at elever i 7-11-års alderen ofte har problemer med at lokalisere placeringen af lungerne på en tegning af menneskekroppen (2). Mens de fleste er fuldstændig klar over, at de 'vil dø, hvis de ikke får luft', forekommer det, at de tror, at den luft vi indånder simpelthen 'kommer ud igen'. Andre har en forestilling om, at den udåndede luft er udskiftet (fx til 'dårlig' luft), og at luft kommer ind i kroppen (2). Det er derfor sandsynligt, at børns viden om de gasser der udveksles under vejrtrækningen (ilt og kuldioxid) er begrænset og stadig under udvikling. Der bør udvises en forsigtighed i forhold til at overlæsse eleverne med terminologier, før de har udviklet en forståelse af processen. Selv om nedenstående citat indikerer en vis forståelse af lungefunktionen, kan det være et relativt sjældent tilfælde (2).
'Det kommer ind i lungerne – det kommer ud af en slags rør – det går ind i hjertet og derefter ind i blodet'.

I modsætning til hvad der er almindeligt antaget, er der ingen forskel i lungevolumen og funktion hos raske mennesker, der er i fysisk god form og hos dem der ikke er i god form. Forbedret fysisk form påvirker hjertefunktionen, ikke lungevolumen og lungefunktion. Grunden til dette menes at være, at vores lunger indeholder et stor luftreserve. I mangel på en 'udfordring' for åndedrætssystemet, er der således 'ingen grund' til at forbedre eller forstørre lungevoluminet. Ikke desto mindre har svømmere og dykkere et større lungevolumen på grund af vands modstand mod udvidelse af brystet gennem vejrtrækningen.

Børn (og voksnes) forestillinger om grunden til brystvoluminets udvidelse
Grunden til at luften kan komme ind i lungerne, er det øgede volumen af brystet, der får lufttrykket til at falde i lungerne i forhold til lufttrykket udenfor lungerne. Luften udenfor lungerne, som har en højere tryk i forhold til luften i lungerne, strømmer ind i luftvejene og lungerne. Der er en misforstået tendens til at tro, at brystet udvides på grund af luften, der kommer ind i lungerne. Det er en meget kompleks idé for elever på den alder. Driver et al (1) refererer til Sérés arbejde med 11-13 årige elever og lufttryk, som fandt, at elever ofte tror at vind (ikke stillestående luft) udøver et tryk. Dette skal der tages hensyn til i Del 2 Akt. 2.7, hvor ind- og udånding bliver demonstreret og forklaret. Det anbefales, at begrebet tryk bliver tilpasset til elevernes niveau, i overensstemmelse med krav fra pensum.



Ordliste over begreber fra undervisningsmaterialet

Åndedrætssystemet

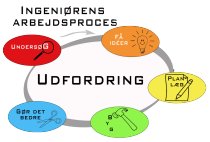
1. **De øvre luftveje** – De øvre luftveje inkluderer næsen, munden og starten af luftrøret (den del der indtager luft og lukker det ud).
2. **Luftrøret** – Det rør der forbinder halsen med bronkierne.
3. **Bronkie** – Luftrøret deler sig i to bronkier (rør). Det ene fører til den venstre lunge og det andet til den højre lunge. Inde i lungerne forgrener hver af bronkierne sig til mindre bronkier.
4. **Bronkioler** – Bronkierne forgrener sig i mindre rør der kaldes bronkioler og som ender i alveolerne/lungeblærerne.
5. **Lunger** – et organsæt der findes i alle hvirveldyr. Lungernes struktur inkluderer bronkietræet – luftrør som forgrener sig fra bronkierne til mindre og mindre luftrør, der alle ender i en alveole/lungeblære.
6. **Alveole/Lungeblære** – bitte små blærer (luftblærer) afgrænset af et enkelt lag overfladeceller med blodkar (kapillærer) på den anden side. Gasudvekslingen foregår gennem membranen på den altid luftfyldte alveole: oxygen (O_2) bliver absorberet fra luften ind i blodkarrene og hjertets aktivitet sørger for, at det cirkulerer gennem alle kroppens væv. På samme tid bliver kuldioxid (CO_2) overført fra blodkarrene ind i alveolerne og bliver derfra stødt ud gennem bronkierne og de øvre luftveje.
7. **Mellemgulv** – en tynd flad muskel som adskiller brystet fra bughulen. Denne muskel spiller en vigtig rolle i vejrtrækningsprocessen (indånding og udånding).
8. **Indånding** – Indtaget af luft i lungerne ved en udvidelse af brystvoluminet.
9. **Udånding** – Udsendelsen af luft fra lungerne ved en sammentrækning af brystvoluminet.

Volumen

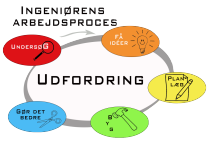
1. **Volumen** – den plads et stof optager (i liter).
2. **Luftvolumen** – den plads luft optager (i liter).
3. **Maksimal lungevolumen** – Det volumen der kan opnås ved en maksimal kraftfuld indånding. Det maksimale lungevolumen hos en rask voksen er op til 5-6 liter. Hos børn er det maksimale lungevolumen op til 2-3 liter afhængig af alder. Hos spædbørn er det op til 600-1000 milliliter. Det kaldes TLC (totale lungekapacitet).
4. **Maksimal udåndingsvolumen** – Det luftvolumen der ved en forceret udånding udsendes fra lungerne efter en maksimal indånding.

Ingeniørarbejde

1. **Ingeniør/Ingeniørarbejde** – en person der bruger sin kreativitet og forståelse af materialer, redskaber og naturvidenskab til at designe ting, som løser problemer.
2. **Ingeniør i biomedicinsk teknologi** – en person der kombinerer sin viden om naturvidenskab, matematik og levende væsener til at designe teknologier, der løser problemer, som omhandler menneskekroppen.



3. **Teknologi** – hvad som helst, systemer eller processer som folk anvender til at løse et problem.
4. **Biomedicinsk apparat** – en anordning designet ved en kombination af mekaniske, elektroniske, elektrooptiske og computer systemskabte såvel som biologiske metoder; de anvendes til diagnosticering, behandling, genoptræning og opfølgning.
5. **Ingeniørens arbejdsproces** – de fem faser ingeniører bruger til at designe noget, der skal løse et problem: SPØRGE, FÅ IDÉER; PLANLÆGGE; FREMSTILLE og FORBEDRE.



Måleinstrumenter

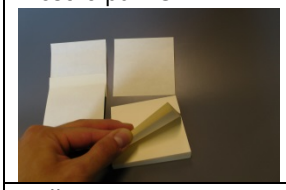
1. **Måleudstyr –** apparater der anvendes til målinger. Alt måleudstyr har det tilfælles, at de opnåede resultater er i tal: 10 centimeter, 35 grader eller 100 gram. De anvendes til mange formål: linealer måler længde, termometre måler temperatur og vægte måler vægt/masse.
2. **Kalibrering**: proces hvor der udføres en justering mellem målingerne fra en sensor eller måleudstyr og den fysiske måling, vi vil udføre. For eksempel: På en fjeder som ændrer sin størrelse efter den masse, som hænger på den, vil kalibreringen være justeringen mellem graden af forlængelsen og vægten (hvis 1 kg giver en forlængelse på 5 cm, vil 2 kg give en forlængelse på 10 cm).
3. **Pålidelighed**- evnen til at gentage og reproducere resultater. Med andre ord, hvis et måleapparat er pålideligt, så vil man opnå det samme resultat, når man måler den samme ting.
4. **Nøjagtighed**: graden af maksimale fejl (afvigelser) som der må være mellem den målte/udregnede størrelse og den faktiske størrelse. På en lineal som er inddelt i intervaller af millimeter, er nøjagtigheden ikke mere end en halv millimeter; i et termometer hvor det sidste ciffer er en grad, er nøjagtigheden ikke mere end en halv grad.
5. **Spirometer** – et biomedicinsk apparat der hjælper i diagnosticeringen af obstruktive sygdomme i åndedrætssystemet.

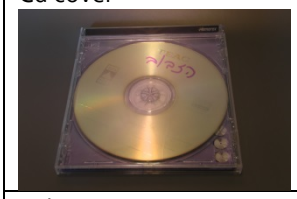
References

(1) Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994) *Making Sense of Secondary Science.* Routledge: London.
(2) Nuffield Primary Science: Teachers' Guides (Ages 7-12): Living Processes (1995) HarperCollins Publishers: London

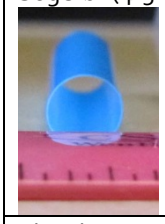
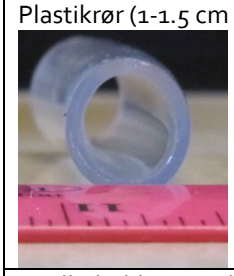
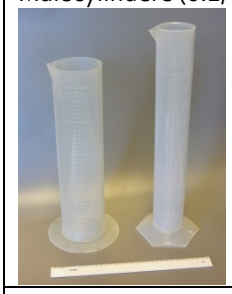
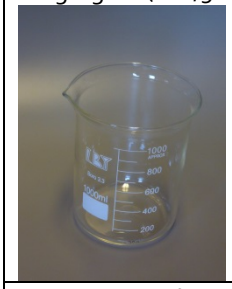
Materialeliste

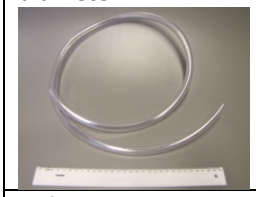
Liste med alle materialer og mængder til 30 elever

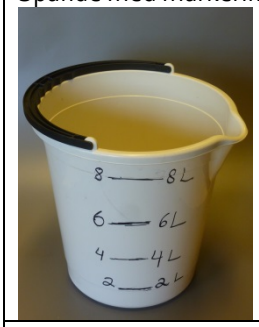
Materialer	Totale mængde	Indledende aktivitet	Del 1	Del 2	Del 3	Del 4
'Post It' pakke 	1	1				
Briller	1	1				
Brilleetui	1	1				
Ugennemsigtig (beskyttet mod lys) kuvert	1	1				
Stykke papir	1	1				
Gennemsigtig plastik kuvert til papir (lynlåspose?)	1	1				
Billigt smykke	1	1				
smykkeskrin	1	1				

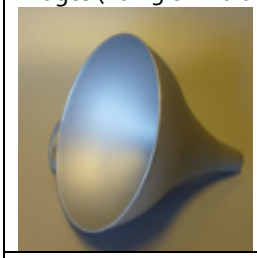
Materialer	Totale mængde	Indledende aktivitet	Del 1	Del 2	Del 3	Del 4
Cd	**1**	1				
Cd cover 	**1**	1				
Tebrev	**1**	1				
Limstift	**1**	1				
Normal kuvert til breve	**1**	1				
Æske med tegnestifter	**1**	1				
Saks i etui	**1**	1				
Æske med tandstikker	**1**	1				
Hæftemaskine i dets etui	**1**	1				
Kartoffelskræller i dets etui	**1**	1				

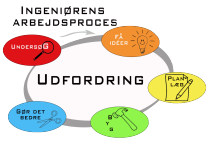
Materialer	Totale mængde	Indledende aktivitet	Del 1	Del 2	Del 3	Del 4
Plakat med faserne i Ingeniørens arbejdsproces (se Appendiks)	**1**		1	1	1	1
Elevens arbejdsark 2 – *Ingeniørens arbejdsproces*	**30**		30			
Plakat med åndedrætssystemet (se Appendiks)	**30**			30		
Evalueringsark 1 - *Åndedrættet*	**30**			30		
Evalueringsark 2 – *Volumenbestemmelse*	**30**			30		
Engangssprøjter (50 ml)	**15**			15	4	
2 gennemsigtige sodavandsflasker, en med et hul (ca. ½ cm i diameter) og den anden lufttæt.	**1**			1		
Gennemsigtigt tape	**1**	1 rulle		1 rulle		
Sakse	**5**			1	5	
Balloner	**10**			10		
Dyb gennemsigtig skål (eller plastik akvarium)	**1**			1		
Vand (anvend hvis muligt et lokale med en vandhane)	En vand-hane			En vand-hane	En vand-hane	En vand-hane eller omkring 10 L vand
Gennemsigtigt vandglas (af plastik eller glas)	**1**			1		

Materialer	Totale mængde	Indledende aktivitet	Del 1	Del 2	Del 3	Del 4
Lommetørklæde / absorberende papir	**1**			1		
Sugerør (4-5 mm i diameter, 4-5 cm langt) 	**30**			30		
Plastikrør (1-1.5 cm i diameter, 4-5 cm lange) 	**30**			30		
Madbeholdere med deres volumen markeret (mælkekartoner, sodavandsflasker, rengøringsmaterialer, olie, ahornsirup, ketchupflasker osv.).	**10**			10		
Målecylindere (0.2/ 0.5 /1 L) 	**Antal**			1-2	3-4 af hver volumen	
Bægerglas (100/500/1000 ml) 	**Antal**			7	1-2 (500 ml eller 1000 ml)	
Kalibrerede måleglas der anvendes i køkkenet osv.	**5**			5	5	

Materialer	Totale mængde	Indledende aktivitet	Del 1	Del 2	Del 3	Del 4
Stor sten eller andet tungt objekt med udefineret facon	**1**			1		
Gennemsigtig plastik beholder med en volumen på ca. 4 L	**1**			1		
Bredt kar	**8**			1	8	
Bøjelig plastikslange, 50 cm lang, 1 cm i diameter 	**1**			1		
Skårede rør med en diameter der gør, at de kan sættes ind i de bøjelige plastikslanger	**10**			10		

Materialer	Totale mængde	Indledende aktivitet	Del 1	Del 2	Del 3	Del 4
Sprittusch	**4**			1	4	
Madfarve	**1 flaske**			1 flaske		
Beholdere markeret med deres volumen og skårede i begge ender (sodavandsflasker af forskellig størrelse, flasker med flydende ikke-giftigt vaskemiddel og rengøringsmiddel – 2 L og 3 L)	**4 (2 af hver volumen)**				4 (2 af hver volumen)	
Plastikposer af forskellig størrelse (½ - 4 L)	**10 af hver størrelse**				10 af hver størrelse	
Spande med markering af volumen 	**3**				3	
Lange plastikposer med åbninger i begge ender (2.5 m lange, 10 cm i diameter)	**4-5**				4-5	

Materialer	Totale mængde	Indledende aktivitet	Del 1	Del 2	Del 3	Del 4
Tragte (10-15 cm i diameter) 	**4**				4	
Tykke, brede elastikker	**30**				30	
Rør til udånding (af hygiejniske årsager) – 4-5 cm lange, 2-3 cm i diameter)	**30**				30	
Klude	**6**			2	6	
Forskellige rør 0.5 m-1 m lange, omkring 1-2 cm i diameter	**4**				4	
Elevens arbejdsark 3 – *Få idéer*	**8**				8 (1 til hver gruppe)	
Elevens arbejdsark 4 - *Planlægge*	**8**				8 (1 til hver	



Materialer	Totale mængde	Indledende aktivitet	Del 1	Del 2	Del 3	Del 4
					gruppe)	
Evalueringsark 3 – *Afsluttende opgave efter fuldførelse af udfordringen*	**30**				30	
Kort film der demonstrerer et spirometer: http://www.youtube.com/watch?v=LeXgXKIyRAo&feature=related	**1**					1
Computer	**1**					1
Skærm/projektor	**1**					1
Måleinstrument bygget af eleverne	**5-8**					5-8
Evalueringsark 4 – *Opsummering af læringsmålene*	**30**					30