

# MATERIALERNES FANTASTISKE VERDEN

VEJLEDNINGER OG LÆRER-SVARARK TIL  
MODUL 1-9, DTU-UNDERSØGELSER

Du skal bruge dette sæt vejledninger, hvis eleverne skal udføre DTU-undersøgelser i modul 2-4.





## 2.5 UNDERSØG MATERIALERNES EGENSKABER

Gå tilbage til jeres grupper fra før. Nu skal I prøve at beskrive egenskaberne ved tre af de materialer, I har fundet på skolen. I bestemmer selv hvilke. Ud fra materialernes egenskaber skal I også forklare, hvorfor netop de materialer bliver brugt i de produkter, I har valgt.

Her er et eksempel på, hvordan I kan løse opgaven:

Produkt: *Toilet*

Materiale: *Porcelæn*

Materialets egenskaber: *Hårdt, bliver ikke så let ridset, vandafvisende, glat, pænt*

Hvorfor er det godt at bruge materialet?

*Det er godt at bruge porcelæn til toiletter, fordi det ikke suger vandet. Porcelæn er også hårdt og svært at ridse, og det er godt, fordi toiletter bliver brugt meget og tit gjort rent.*



### 1

Produkt: \_\_\_\_\_

Materiale: \_\_\_\_\_

Materialets egenskaber: \_\_\_\_\_

Hvorfor er det godt at bruge materialet i det produkt, som I har valgt?:

---

---

---

### 2

Produkt: \_\_\_\_\_

Materiale: \_\_\_\_\_

Materialets egenskaber: \_\_\_\_\_

---

---

Hvorfor er det godt at bruge materialet i det produkt, som I har valgt?:

---

---

---

### 3

Produkt: \_\_\_\_\_

Materiale: \_\_\_\_\_

Materialets egenskaber: \_\_\_\_\_

---

Hvorfor er det godt at bruge materialet i det produkt, som I har valgt?:

---

---

---



## 2.5 UNDERSØG MATERIALERNES EGENSKABER

Gå tilbage til jeres grupper fra før. Nu skal I prøve at beskrive egenskaberne ved tre af de materialer, I har fundet på skolen. I bestemmer selv hvilke. Ud fra materialernes egenskaber skal I også forklare, hvorfor netop de materialer bliver brugt i de produkter, I har valgt.

Her er et eksempel på, hvordan I kan løse opgaven:



Produkt: *Toilet*

Materiale: *Porcelæn*

Materialets egenskaber: *Hårdt, bliver ikke så let ridset, vandafvisende, glat, pænt*

Hvorfor er det godt at bruge materialet?

*Det er godt at bruge porcelæn til toiletter, fordi det ikke suger vandet. Porcelæn er også hårdt og svært at ridse, og det er godt, fordi toiletter bliver brugt meget og tit gjort rent.*

-----

### 1

Produkt: \_\_\_\_\_

Materiale: \_\_\_\_\_

Materialets egenskaber: \_\_\_\_\_

Hvorfor er det godt at bruge materialet i det produkt, som I har valgt?:

*Hvis eleverne har brug for hjælp, kan du spørge til egenskaber og anvendelsen af et materiale. Spørg fx:*

- Beskriv materialets udseende og hvordan det føles at røre ved.
- Er det tungt, let, gennemsigtigt, farvet, blødt, hårdt?
- Bruges materialet fx, fordi det er billigt/holdbart/stærkt/vandafvisende/pænt?

### 2

Produkt: \_\_\_\_\_

Materiale: \_\_\_\_\_

Materialets egenskaber: \_\_\_\_\_

Hvorfor er det godt at bruge materialet i det produkt, som I har valgt?:

### 3

Produkt: \_\_\_\_\_

Materiale: \_\_\_\_\_








Materialets egenskaber: \_\_\_\_\_

Hvorfor er det godt at bruge materialet i det produkt, som I har valgt?:

## 2.7 MATERIALERS EGENSKABER I PRODUKTER

Et materiales egenskaber har stor betydning for, hvad materialet kan bruges til. For eksempel er beton stift og hårdt. Derfor er beton godt at bruge, når man skal bygge høje huse og til fortove. Til gengæld er beton et dårligt materiale til løbesko. Der har man i stedet brug for et materiale, der er blødt, let og slidstærkt.

Nedenfor er en liste med produkter. For hvert produkt skal du overveje, hvilke egenskaber et materiale skal have for at blive brugt i produktet. Du skal blot svare med dine egne ord.

PRODUKT	SVAR: MATERIALET SKAL.....
 <p>BADEDRAGT</p> <p><b>EKSEMPEL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- være elastisk</li> <li>- ikke suge for meget vand</li> <li>- tørre hurtigt</li> <li>- være blødt og behageligt at have på</li> <li>- kunne holde til klorvand</li> </ul>
 <p>BESTIK</p>	
 <p>FODBOLD</p>	
 <p>SOLCREME</p>	
 <p>SKÆRM PÅ MOBILTELEFON</p>	
 <p>MÆLKEKARTON</p>	
 <p>TANDBØJLE</p>	

## 2.7 MATERIALERS EGENSKABER I PRODUKTER

”Et materiales egenskaber har stor betydning for, hvad materialet kan bruges til. For eksempel er beton stift og hårdt. Derfor er beton godt at bruge, når man skal bygge høje huse og til fortove. Til gengæld er beton et dårligt materiale til løbesko. Der har man i stedet brug for et materiale, der er blødt, let og slidstærkt.


Nedenfor er en liste med forskellige produkter. For hvert produkt skal du overveje, hvilke egenskaber et materiale skal have for at blive brugt i produktet. Du skal blot svare med dine egne ord.”



### Til læreren

I denne øvelse skal eleverne øve sig i at identificere materialeegenskaber og se sammenhængen mellem materialers egenskaber og deres anvendelse i produkter. I skemaet på næste side er indsat eksempler på svar. Eleverne kan selvfølgelig også komme med andre relevante overvejelser. Pris vil være en faktor, der har betydning for alle produkter, men om et materiale og dermed produkt skal være billigt eller dyrt, afhænger selvfølgelig af målgruppen og anvendelsen.

### Uddybende information

På siderne efter skemaet er der uddybende information om materialeovervejelserne til hvert enkelt produkt samt tilhørende kilder.










PRODUKT	SVAR: MATERIALET SKAL.....
 <p>BAEDRAGT</p>	<p><b>EKSEMPEL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- være elastisk</li> <li>- ikke suge for meget vand</li> <li>- tørre hurtigt</li> <li>- være blødt og behageligt at have på</li> <li>- kunne holde til klorvand</li> </ul>

PRODUKT	SVAR: MATERIALET SKAL.....
 <p>BESTIK</p>	<p>Rustfrit Kunne tåle høj varme, vand og maskinopvask Antibakterielt Hårdt Pris Pænt - også ved gentagen brug og opvask</p>
 <p>FODBOLD</p>	<p>Holde form og i syningerne Den skal kunne hoppe og være elastisk Vandfast Være lufttæt Holde en bestemt vægt Pæn</p>
 <p>SOLCREME</p>	<p>Optimal beskyttelse Fri for farlige stoffer Let at smøre ud Ikke klistre Gennemsigtig Pris</p>
 <p>SKÆRM PÅ MOBILTELEFON</p>	<p>God kontrast og farvegengivelse Kunne se skærmen i direkte lys Hård Ridsefri Let Bøjelig Pris</p>
 <p>MÆLKEKARTON</p>	<p>Vandtæt Lufttæt Stærk, kunne holde til stød Bøjelig Overfalde der kan trykkes tekst og billeder på</p>
 <p>TANDBØJLE</p>	<p>Rustfrit Holde til stort træk Ugiftigt Elastisk</p>

## 2.8 ER DET NATURSKABT ELLER MENNESKESKABT?

Nedenfor finder du en liste med forskellige materiale. For hvert materiale skal du overveje, om det er naturligt, dvs. et man kan finde i naturen, eller et som mennesker har skabt. Nogle af materialerne kan være både naturlige og menneskeskabte. Sæt kryds i den (de) kasser, du tror, er rigtige.

Materiale (sæt X ved det rigtige svar)	Naturligt	Menneskeskabt
 <p>Diamant</p>		
 <p>Glas</p>		
 <p>Kul</p>		
 <p>Olie</p>		
 <p>Stål</p>		
 <p>Jern</p>		
 <p>Guld</p>		
 <p>Bronze</p>		
 <p>Papir</p>		

Materiale (sæt X ved det rigtige svar)	Naturligt	Menneskeskabt
 <p>Plastik</p>		
 <p>Gummi</p>		
 <p>Mursten</p>		
 <p>Marmor</p>		
 <p>Beton</p>		
 <p>Kridt</p>		
 <p>Perler</p>		
 <p>Uld</p>		
 <p>Læder</p>		
 <p>Fleece</p>		
 <p>Chokolade</p>		

## 2.8 ER DET NATURSKABT ELLER MENNESKESKABT?

### Til læreren:

I denne øvelse skal eleverne kategorisere en lang række materialer og derved lære, at der både findes naturlige og menneskeskabte materialer.

I skemaet herunder er indsat svar på materialequizen. Som det fremgår, er der flere af materialerne, der både kan kategoriseres som naturlige og menneskeskabte. Du kan læse mere om hvert materiale og deres oprindelse og fremstilling i siderene efter skemaet.

Materiale	Naturligt	Menneskeskabt
Diamant	X	X
Glas	X	X
Kul		X
Olie		X
Stål	X	
Jern		X
Guld		X
Bronze	X	
Papir	X	
Plastik	X	
Gummi	X	X
Mursten	X	
Marmor		X
Beton	X	
Kridt		X
Perler	X	X
Uld		X
Læder		X
Fleece	X	
Chokolade	X	

## Mere om materialerne og deres egenskaber

### Naturlige materialer

Vi mennesker kan eksempelvis grave naturlige materialer ud af jorden, op af havet, dyrke dem, eller få dem fra levende ting, som dyr og planter. Læder, kridt og jern er for eksempel naturligt forekommende materialer.

### Menneskeskabte materialer

Menneskeskabte eller syntetiske materialer er materialer, der på den ene eller anden måde er bearbejdede med udgangspunkt i naturlige materialer. Eksempelvis er plastik et menneskeskabt materiale lavet ud fra naturlige kemiske forbindelser, typisk fra olie. Stål er også menneskabt ud fra de naturligt forekommende materialer jern og kulstof.

### Både-og

Nogle materialer kan kategoriseres både som naturlige og menneskeskabte. Fx findes der naturligt glas, der dannes ved meteor- og lynnedslag i sand. Hvorimod langt det meste af det glas, vi omgiver os med i hverdagen, er menneskeskabt ved at smelte sand, kalk og soda.

*Herunder kan du læse mere om de forskellige materialer fra quizen. De er inddelt i naturlige, menneskeskabte og 'både og'-materialer.*

### Naturligt forekommende materialer



*Kul* er et af de berygtede, men også uundværlige (indtil videre) fossile brændstoffer. Vi bruger kul til at producere elektricitet og varme. Kul er dannet af planter og andre organismer, der fanges under jordens overflade og som gennem millioner af år bliver udsat for ekstremt højt tryk og temperaturer.

*Olie.* Råolie er en af vores mest værdifulde ressourcer. Den findes under jorden og skal trækkes op fra dybt under jordens overflade. Vi er afhængige af olie, blandt andet som brændstof til vores både biler, fly og skibe. Men olie er også et af de vigtigste råstoffer for plast- og kemikalieindustrien. Uden olie skulle vi undvære det meste af al den plastik, medicin, makeup og mange andre kemikalier vi bruger i hverdagen. Ja, selv sæbe!



*Jern* er et af solsystemets mest almindelige grundstoffer. Vi får det ved at grave det op af jorden. Jern er det metal, der bruges mest i verden, da det findes de fleste steder. Det bruges bla. til gryder og pander (støbejern), til biler, skibe og som armering i højhuse og til fremstilling af stål.

*Guld* er et grundstof og et såkaldt ædelmetal, dvs. et metal der ikke gerne indgår i kemiske reaktioner. Derfor kan man finde det i ren form i naturen. At guld er et ædelmetal betyder også, at det ikke reagerer med luftens ilt og derfor ikke bliver sort og skal pudses, selv ikke når det har ligget hundredevis af år i jorden. Guld er også blødt og sjældent, hvilket gør det populært til smykker.







*Marmor* er en type kalksten, der bliver formet dybt nede i jorden. Stenen er et godt bygge-materiale, da den er let at skære til og meget holdbar. Sammen med dens flotte farver i alt fra ren hvid til grøn og sort, er marmor et populært materiale både til skulpturer i antikken og til moderne fliser og bordplader.

*Kridt* består af bløde kalkskaller fra alger, der døde for mere end 65 millioner år siden. Kridt benyttes til mange formål, fx som hvidt pigment i maling, i papirfremstilling og til cement-produktion. Kridt bruges desuden som tavlekridt, hvor den hvide streg består af de udtværede kalkskaller.



*Uld* er typisk pels fra får, men der findes også uld fra andre dyr, som kameluld og lamauld. Ulden bliver spundet til garn, hvorefter den kan væves eller strikkes. Der findes mange forskel-lige typer fåreuld. Den inderste pels er meget fin og bruges til finere tekstiler og undertøj, mens fårets yderste uld er mere slidstærk og bruges til møbelstoffer og gulvtæpper.

*Læder* er fremstillet af dyreskind, oftest kohud og bruges til at lave slidstærkt sko, tøj og tasker. Pga. af sin høje slidstyrke bruges læder også til møbler og til beklædning af paneler og rat i biler



### Menneskeskabte (syntetiske) materialer



*Stål* er en legering af jern og kulstof. Ofte tilføjes også andre metaller for at tilføje stålet flere egen-skaber. Hvis man f.eks. tilføjer krom og nikkel, bliver stål rustfrit. Stål er et af de mest anvendte materialer i det moderne samfund. Det har høj styrke og bruges derfor til værktøjer og maskiner, byggerier, biler, tog, færger og fly.

*Bronze* er en kobberlegering, det vil sige en blanding af kobber og et andet metal, ofte tin. Tin-bronze er lettere at støbe end rent kobber, samtidig med at det er hårdere og stærkere og heller ikke ruste. Bronze har været brugt til alt lige fra våben og værktøj, kanoner, minestrygere og skibsskruer og har lagt navn til bronzealderen.



*Papir* bliver brugt til skrivning og til tryk af bøger, aviser og pengesedler, men også som pap og poser til pakning og som køkkenrulle og toiletpapir. Papir fremstilles af træmasse, som man en-ten får fra genbrugspapir eller fra nye træer. Afhængig af hvordan man fremstiller papiret, kan det få mange forskellige egenskaber. Det kan farves og få glans, så man kan klippe julehjerter, eller laves blødt og tyndt, så man kan pudse næse.

*Plastik*. Råstoffet til fremstilling af plastik er råolie. Omkring 5% af verdens olieproduktion bli-ver brugt til at fremstille plastik. Der findes mange forskellige plasttyper og vi bruger plast til fx engangsemballage, plastflasker, køkkenartikler, legetøj, beklædning af elektroniske apparater, kloakrør osv.



*Beton* er et af de mest anvendte byggematerialer, bla. fordi det er formbart under støbningen, kan klare et højt tryk og er meget slidstærkt under de fleste vejrforhold. Beton består af cement, sand, sten og vand. Man kan også tilføje stålstænger for at øge styrken. Det kalder man for armeret beton. Verdens højeste bygning, Burj Khalifa i Dubai (828 m.) er bygget af armeret beton.



*Fleece* er et syntetisk stof, fremstillet af mikrofibere af plastik. Det har mange af de samme gode egenskaber som naturlig uld, fx er det åndbart og isolerer, også når det er vådt. Til gengæld vejer fleece meget mindre end normalt uld, men er også mindre slidstærkt og så er det brandbart.

*Chokolade* er lavet af bønner fra kakaotræet. Når man laver chokolade blander man kakaomasse, ekstra kakaosmør, sukker og smagsstoffer. I lys chokolade tilsætter man også mælk, og i hvid chokolade er der ikke kakaomasse, kun kakaosmør.



### Materialer, der både kan være naturlige og menneskeskabte



*Diamant* er et mineral, der består af kulstof og som dannes ved højt tryk under jorden gennem millioner af år. Diamant er det hårdeste kendte mineral og bryder samtidig lys på utroligt smukke måder. Det gør dem eftertragtede som smykkesten samt til skære- og boreopgaver.

Diamanter kan dog også fremstilles kunstigt ved at efterligne det tryk og den temperatur, som skaber de naturlige diamanter. Mange af de diamanter man anvender til industrielt arbejde er fremstillet syntetisk.

*Glas*, som vi kender det fra vores hverdag, bliver fremstillet ved at blande sand, soda og kalk, som smeltes sammen ved 1500 grader. Når blandingen afkøles, størkner den og bliver til glas. I naturen findes glasagtige materialer også. De opstår, når sand bliver opvarmet pludseligt og til meget høje temperaturer. Ørkenglas dannes fx ved meteornedslag, mens lynrør opstår, når lyn slå ned i sand.



*Naturgummi* udvindes fra gummitræet og er den ældste form for gummi, vi kender. I dag kan vi dog også fremstille gummi på fabrikker. På verdensplan fremstilles, sælges og anvendes der 25.000.000 tons gummi hvert eneste år og heraf udgør naturgummi mere end 40 % og syntetisk gummi resten. Gummiprodukter findes i dæk og bilkomponenter, industrielle slanger, komponenter til gulve, fødevarer, medicinsk udstyr, elastikker, sko og klæbemidler.

*Mursten* består af brændt ler og er et af de længst holdbare byggematerialer. Murstenens farve afhænger af sammensætningen af grundstoffer i den anvendte ler. Man kan betegne mursten, som både et naturskabt og et menneskeskabt materiale, afhængigt af om der er tilsat andre materialer, som fx sand, ler, farve eller glasur.



*Perler* er oprindeligt betegnelsen for de perlemorskugler, der bliver dannet i muslinger. De kaldes naturperler og opstår meget sjældent og er derfor kostbare. I dag kan man også dyrke perler i østers. De er kendt som kunstperler, og har kun få lag perlemor i forhold til naturperlerne. (Der findes også mange andre typer perler som glas, træ, plastic, metal og ben perler).

## Kilder til baggrund om materialer til materialequizen

### *Kul:*

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Kemi/Petrokemi-\\_Jordolie,\\_benzin\\_og\\_asfalt/kul](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Petrokemi-_Jordolie,_benzin_og_asfalt/kul)

### *Olie:*

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Geologi\\_og\\_kartografi/Sedimentologi/olie](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Geologi_og_kartografi/Sedimentologi/olie)

### *Jern:*

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Kemi/Jern\\_og\\_st%C3%A5l/jern](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Jern_og_st%C3%A5l/jern)

<https://da.wikipedia.org/wiki/Jern>

### *Guld:*

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Kemi/Grundstoffer/guld](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Grundstoffer/guld)

### *Marmor:*

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Geologi\\_og\\_kartografi/Geokemi/marmor](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Geologi_og_kartografi/Geokemi/marmor)

<https://da.wikipedia.org/wiki/Marmor>

### *Kridt:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/Skrivekridt>

<http://naturstyrelsen.dk/vandmiljoe/havet/raastoffer/hvad-bruger-vi-raastofferne-til/>

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Geologi\\_og\\_kartografi/Sedimentologi/kridt](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Geologi_og_kartografi/Sedimentologi/kridt)

### *Uld:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/Uld>

### *Læder:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/L%C3%A6der>

### *Stål:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/St%C3%A5l>

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Kemi/Jern\\_og\\_st%C3%A5l/st%C3%A5l](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Jern_og_st%C3%A5l/st%C3%A5l)

### *Bronze:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/50-%C3%B8re>

<https://da.wikipedia.org/wiki/Bronze>

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Kemi/%C3%98vrige\\_metaller/bronze](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/%C3%98vrige_metaller/bronze)

### *Papir:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/Papir>

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Teknik/Tr%C3%A6-\\_og\\_papirindustrien/papir](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Teknik/Tr%C3%A6-_og_papirindustrien/papir)

### *Plastik:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/Plast>

<http://www.plast.dk/Fakta/Hvaderplast/Hvilke-typer-plast-findes-der/>

<http://www.plast.dk/Fakta/Hvaderplast/Hvordan-laver-man-plast/>

### *Beton:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/Beton>

<https://da.wikipedia.org/wiki/Cement>

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Teknik/Murerarbejde\\_og\\_-\\_v%C3%A6rkt%C3%B8j/beton](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Teknik/Murerarbejde_og_-_v%C3%A6rkt%C3%B8j/beton)

*Fleece:*

<http://www.friluftsland.dk/blog/index.php/udstyrsguide/undertoej-og-mellemlag-uld-vs-fleecesyntetisk/>  
<https://da.wikipedia.org/wiki/Fleece>

*Chokolade:*

[http://www.denstoredanske.dk/Mad\\_og\\_bolig/Gastronomi/slik/chokolade](http://www.denstoredanske.dk/Mad_og_bolig/Gastronomi/slik/chokolade)

*Diamant:*

<http://www.einsten.net/11/2014/10/hvordan-er-syntetiske-diamanter-brugt-produceret-.html>  
[http://www.denstoredanske.dk/Om\\_sitet/Temaer/Diamant](http://www.denstoredanske.dk/Om_sitet/Temaer/Diamant)  
[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Geologi\\_og\\_kartografi/Mineraler/diamant](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Geologi_og_kartografi/Mineraler/diamant)

*Glas:*

<http://www.geus.dk/DK/publications/popular-geology/geo-nyt-geus/Documents/gi02-1-2.pdf>  
<https://da.wikipedia.org/wiki/%C3%98rkenglas>  
<http://illvid.dk/teknologi/materialer/glas-findes-glas-naturligt>  
 Læs også mere om glas i Kosmos (Gyldendal 2009). Grundbog A, side 102: <https://goo.gl/fBl7MJ>

*Gummi:*

[http://www.denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Kemi/Kunststoffer,\\_polymerkemi,\\_plast\\_og\\_gummi/gummi](http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Kunststoffer,_polymerkemi,_plast_og_gummi/gummi)  
<http://www.resinex.dk/polymertyper/natural-rubber.html>

*Mursten:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/Mursten> og <http://tegl.info/>

*Perle:*

<https://da.wikipedia.org/wiki/Perle>

**Billedkilder til materialequiz:**

*Kul, mursten:* iStock

*Olietønder, marmorbuste, kridt, uldsokker, læderbælte, hestesko, papir, plastikflaske, betonbro, fleecetrøje, diamant, gum-mistøvler, mursten:* Colorbox

*Jern:* Wikimedia Commons. "Cast-Iron-Pan" by Evan-Amos - Own work.

*Guld:* Serendipity Diamonds. <https://www.serendipitydiamonds.com/uk/info>

*Bronze:* Wikimedia Commons. By Gary Abraham

*Chokolade:* "Yorkie-Bar" by Evan-Amos - Own work.

*Glaskopper:* "Cups2" by MarcellusWallace - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cups2.png#/media/File:Cups2.png>

*Perler:* Wikimedia Commons. By Auadtbk (Own work).



## PAPIRS BRUDSTYRKE: UDFØR UNDERSØGELSEN

I klassen har I talt om, hvad det betyder, at papir er stærkt. I har også talt om, hvordan man kan sammenligne forskellige papirs styrke. I skal nu undersøge, om hypotesen her er rigtig:

Hypotese: Jo tungere et stykke papir er, desto større brudstyrke har det.

For at undersøge hypotesen skal I lave en undersøgelse, hvor I sammenligner forskellige typer papirs styrke med, deres vægt.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:

- 5 forskellige typer papir
- 1 ske
- 1 bøtte
- 3-4 alm. elastikker
- Evt. tape
- Saks
- Evt. lineal
- Målestok

2. Klip et stykke på 20 x 20 cm af hvert stykke papir.

3. Vej nu hvert stykke papir og skriv vægten ned i skemaet på side 3.

4. Hvilket materiale har den laveste brudstyrke? Begrund jeres gæt i hypotesen.

---

---

5. Hvilket materiale har den højeste brudstyrke? Begrund jeres gæt i hypotesen.

---

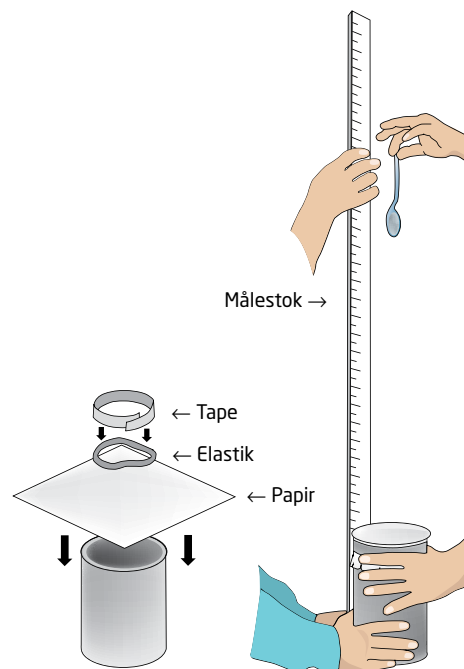
---

6. Giv materialerne numre fra 1-5, hvor 5 er det materiale, som I tror, er det stærkeste. Skriv det i skemaet på side 2.

---

### Undersøgelse

1. Vælg det materiale, I vil undersøge først.
2. Fold materialet ned over bøtten. Sæt det fast med elastikker, sådan som det er vist p.å tegningen..
3. Udfør jeres undersøgelse med det første papirmateriale.
  - a. Lad målestokken hvile på kanten af bøtten med papiret.
  - b. Hold skeen i skaftet, og hold den over bøtten.
  - c. Spidsen af skeen skal være 10 cm over bøtten.
  - d. Lad skeen falde direkte ned på papiret.
  - e. Hvis materialet ikke gik i stykker, så gentag forsøget med skeen 15 cm over bøtten.
  - f. Bliv ved med at gentage forsøget, hver gang fra 5 cm højere oppe, indtil papiret går i stykker.
  - g. Skriv skeens endelige faldhøjde ned i skemaet på næste side.
4. Gentag undersøgelsen med hvert af de andre papirmaterialer.



### Undersøgelsesskema

PAPIRTYPE	VÆGT (gram)	FORUDSIG (Giv materialer numre fra 1-5, hvor 5 er det stærkeste)	SKEENS ENDELIGE FALDHØJDE	RESULTAT (Giv materialer numre fra 1-5, hvor 5 er det stærkeste)

**Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)**

1. Hvilket materiale havde den laveste brudstyrke?

---

2. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor behøver det ikke have så høj en brudstyrke?

---

---

3. Hvilket materiale havde den højeste brudstyrke?

---

4. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor skal det være så stærkt?

---

---

5. Hvordan passer resultaterne med jeres hypotese? Passer det, at papirets styrke stiger med dets vægt? Eller kunne der også være andre ting, der påvirker papirets styrke?

---

---

---

6. Har I brug for at lave en ny hypotese? Hvis ja, så skriv jeres forslag til en ny hypotese ned her.

---

---

---

---

Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

---



## PAPIRS BRUDSTYRKE: UDFØR UNDERSØGELSEN

I klassen har I talt om, hvad det betyder, at papir er stærkt. I har også talt om, hvordan man kan sammenligne forskelligt papirs styrke. I skal nu undersøge, om hypotesen her er rigtig:

Hypotese: Jo tungere et stykke papir er, desto større brudstyrke har det.

For at undersøge hypotesen skal I lave en undersøgelse, hvor I sammenligner forskellige typer papirs styrke med, deres vægt.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:
  - 5 forskellige typer papir
  - 1 ske
  - 1 bøtte
  - 3-4 alm. elastikker
  - Evt. tape
  - Saks
  - Evt. lineal
  - Målestok
2. Klip et stykke på 20 x 20 cm af hvert stykke papir.
3. Vej nu hvert stykke papir og skriv vægten ned i skemaet på side 3.
4. Hvilket materiale har den laveste brudstyrke? Begrund jeres gæt i hypotesen.
5. Hvilket materiale har den højeste brudstyrke? Begrund jeres gæt i hypotesen.
6. Giv materialerne numre fra 1-5, hvor 5 er det materiale, som I tror, er det stærkeste. Skriv det i skemaet på side 2.

### Gode råd til sketesten:

1. Hvis beholderne har for stor omkreds, går materialerne for let i stykker. En beholder med avispapir bør ikke gå i stykker, hvis du lader en teske falde ned på den fra 10 cms højde. Desuden skal alle grupper bruge beholdere med samme omkreds for at kunne sammenligne deres resultater.
2. Hvis du bruger dåser, så vær opmærksom på skarpe kanter.
3. Det er en god ide at inkludere et materiale, fx tapet eller papir-chipsposer, der ikke går i stykker i sketesten for at illustrere papirmaterialer med meget høj brudstyrke. Husk så at fortælle eleverne, at de ikke nødvendigvis kan lave hul i alle materialerne. Sæt fx en grænse for, hvor mange 'ske-fald' de skal udsætte hvert materiale for, så de

LÆRERNOTE



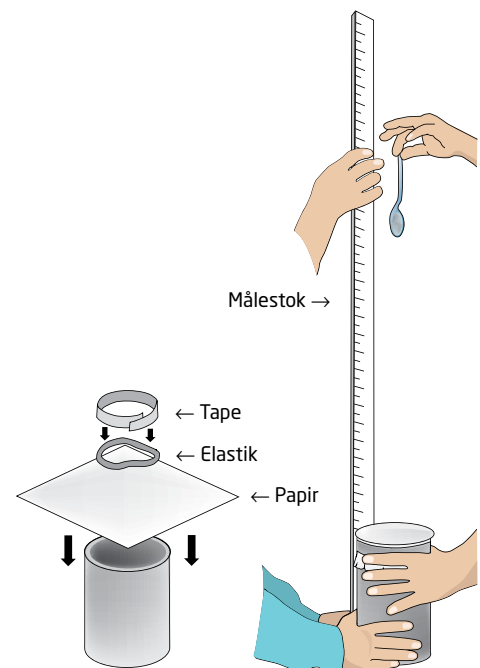
ikke bruger al tiden på ét materiale. Alternativt kan du styre rækkefølgen af de materialer, der bliver undersøgt, så eleverne har frit valg blandt de øvrige materialer, men skal undersøge det stærkeste materiale til sidst.

4. Ud over det ovenstående eksempel, er det en god ide ikke at vælge så stærke materialer, at eleverne skal have skeen for højt op (over 2 meter). Dels bliver det svært at måle højden og dels får eleverne sværere ved at ramme dåsen, jo højere op skeen kommer.

LÆRERNOTE

**Undersøgelse**

1. Vælg det materiale, I vil undersøge først.
2. Fold materialet ned over bøtten. Sæt det fast med elastikker, sådan som det er vist på tegningen..
3. Udfør jeres undersøgelse med det første papirmateriale.
  - a. Lad målestokken hvile på kanten af bøtten med papiret.
  - b. Hold skeen i skaftet, og hold den over bøtten.
  - c. Spidsen af skeen skal være 10 cm over bøtten.
  - d. Lad skeen falde direkte ned på papiret.
  - e. Hvis materialet ikke gik i stykker, så gentag forsøget med skeen 15 cm over bøtten.
  - f. Bliv ved med at gentage forsøget, hver gang fra 5 cm højere oppe, indtil papiret går i stykker.
  - g. Skriv skeens endelige faldhøjde ned i skemaet på næste side.
4. Gentag undersøgelsen med hvert af de andre papirmaterialer.



**Undersøgelseskema**

PAPIRTYPE	VÆGT (gram)	FORUDSIG (Giv materialer numre fra 1-5, hvor 5 er det stærkeste)	SKEENS ENDELIGE FALDHØJDE	RESULTAT (Giv materialer numre fra 1-5, hvor 5 er det stærkeste)

### Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)

1. Hvilket materiale havde den laveste brudstyrke?
2. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor behøver det ikke have så høj en brudstyrke?
3. Hvilket materiale havde den højeste brudstyrke?
4. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor skal det være så stærkt?
5. Hvordan passer resultaterne med jeres hypotese? Passer det, at papirets styrke stiger med dets vægt? Eller kunne der også være andre ting, der påvirker papirets styrke?  
*Der er flere måder, hvorpå man kan øge papirs styrke. Man kan selvfølgelig gøre papiret tykkere, men man kan også øge styrken ved at folde det, som i bølgepap eller ved at behandle overfladen kemisk.*
6. Har I brug for at lave en ny hypotese? Hvis ja, så skriv jeres forslag til en ny hypotese ned her.

### Efter undersøgelsen. Diskussion af design (i klassen)

Her er formålet at fokusere på det generelle ved undersøgelsen, for at eleverne lærer, hvad der udgør en god undersøgelse, nemlig at

- *resultaterne fra én undersøgelse kan sammenlignes med en anden (sammenlignelig undersøgelse).*
- *undersøgelsen kan gentages af andre med samme resultat (reproducérbar undersøgelse).*
- *man undgår eller minimerer fejlkilder og usikkerheder.*

1. Bed grupperne sammenligne deres resultater. Har alle fået det samme resultat?
2. Hvis ikke, så spørg eleverne, om de kan få øje på fejlkilder eller usikkerheder ved undersøgelsen, der har gjort det svært at få de samme resultater?
  - a. Er der fx. trin i undersøgelsen, som grupperne har udført forskelligt?
  - b. Har der været for store usikkerheder fx ved udmåling af materialernes størrelse eller aflæsning af målinger?
  - c. Har grupperne brugt forskelligt udstyr eller materialer?
  - d. Hvordan kunne evt. fejlkilder og usikkerheder fjernes?
3. Bed også eleverne identificere de forhold ved deres undersøgelse, som fungerede godt.
  - a. Hvordan undgik de fejlkilder og usikkerheder?
  - b. Hvordan sikrede de sig, at grupperne kunne sammenligne deres resultater.
4. Spørg evt. eleverne, hvordan de tror, man i industrien undersøger papirs styrke<sup>1</sup> og hvordan de selv ville gøre, hvis de ikke skulle tage hensyn til tid og begrænsninger i udstyr på skolen.

<sup>1</sup>Læs mere om industritest i lærervejledningen.



## PAPIRS BRUDSTYRKE: UDFØR DIN UNDERSØGELSE

I klassen har I talt om, hvad det betyder, at papir er stærkt. I har også talt om, hvordan man kan sammenligne forskellige papirs styrke. I skal nu undersøge, om hypotesen her er rigtig:

Hypotese: Jo tungere et stykke papir er, desto større brudstyrke har det.

For at undersøge hypotesen skal I lave en undersøgelse, hvor I sammenligner forskellige typer papirs styrke med deres vægt.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:

- 5 forskellige typer papir
- 50 glaskugler
- 1 papirklips
- 1 ½ liters bæger
- 1 hullemaskine
- 1 snor

2. Klip strimler i samme størrelse af hver type papir. Strimlerne skal være 5 x 20 cm.

3. Vej nu hver strimmel og skriv vægten ned i skemaet på side 3.

4. Hvilket materiale har den laveste brudstyrke? Begrund jeres gæt i hypotesen.

---

---

5. Hvilket materiale har den højeste brudstyrke? Begrund jeres gæt i hypotesen.

---

---

6. Giv materialerne numre fra 1-5, hvor 5 er det materiale, som I tror, er det stærkeste. Skriv det i skemaet på side 3.

## Undersøgelse

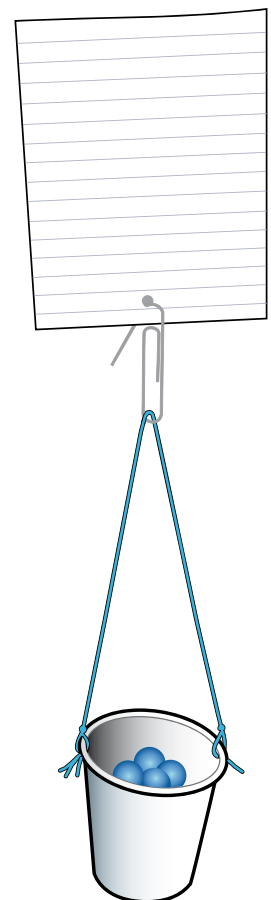
### 1. Lav opstillingen til undersøgelsen.

- Lav et hul i hver ende af hver papirstrimmel med hullemaskinen. Prøv at lave alle huller i midten og i samme afstand fra enden af hver papirstrimmel.
- Lav et hul i hver side af bægeret med hullemaskinen.
- Stik snorens ender igennem hver deres hul. Bind en knude i hver ende af snoren, så den sidder fast i bægeret.
- Fold papirklipsens ene ben lidt ud til siden.
- Træk snoren på klipsen, så bægeret hænger på klipsen ved hjælp af snoren.



### 2. Udfør jeres undersøgelse med det første papirmateriale.

- Vælg det materiale, I vil undersøge først.
- Stik papirklipsen frie ben igennem i hullet i papirstrimlen.
- Fyld forsigtigt bægeret med glaskugler en af gangen, indtil papiret bliver revet i stykker.
- Tæl antallet af glaskugler i bægeret. Skriv jeres tal ned i skemaet herunder – i feltet ”Antal glaskugler (1)”.
- Gentag nu undersøgelsen med den anden ende af papiret.
- Tæl igen antallet af glaskugler i bægeret. Skriv jeres tal ned i feltet ”Antal glaskugler (2)”.
- Regn gennemsnittet af kugler ud for de to forsøg.
- Gentag nu punkt 3 for hver af de andre papirstrimler. Husk at lave undersøgelsen to gange for hver strimmel. Regn gennemsnittet af de to undersøgelser ud.



PAPIRTYPE	VÆGT (gram)	FORUDSIG (Giv materialer numre fra 1-5, hvor 5 er det stærkeste)	ANTAL GLASKUGLER (1)	ANTAL GLASKUGLER (2)	GENNEMSNIT $\frac{(1) + (2)}{2}$	RESULTAT (Giv materialer numre fra 1-5, hvor 5 er det stærkeste)

**Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)**

1. Hvilket materiale havde den laveste brudstyrke?

---

2. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor behøver det ikke have så høj en brudstyrke?

---

---

3. Hvilket materiale havde den højeste brudstyrke?

---

4. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor skal det være så stærkt?

---

---

5. Hvordan passer resultaterne med jeres hypotese? Passer det, at papirets styrke stiger med dets vægt? Eller kunne der også være andre ting, der påvirker papirets styrke?

---

---

---

6. Har I brug for at lave en ny hypotese? Hvis ja, så skriv jeres forslag til en ny hypotese ned her.

---

---

---

---

Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

---



## PAPIRS BRUDSTYRKE: UDFØR DIN UNDERSØGELSE

I klassen har I talt om, hvad det betyder, at papir er stærkt. I har også talt om, hvordan man kan sammenligne forskellige papirs styrke. I skal nu undersøge, om hypotesen her er rigtig:

Hypotese: Jo tungere et stykke papir er, desto større brudstyrke har det.

For at undersøge hypotesen skal I lave en undersøgelse, hvor I sammenligner forskellige typer papirs styrke med deres vægt.

### Før undersøgelsen

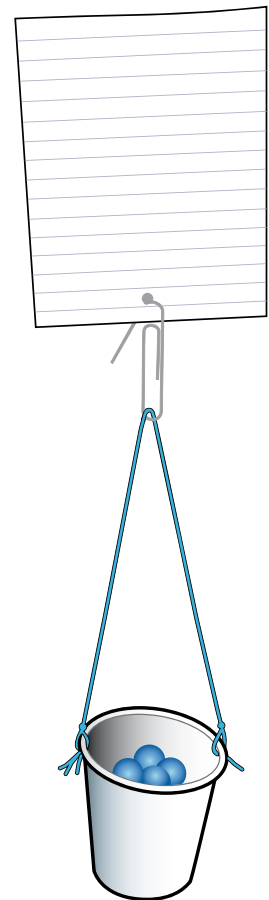
1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:
  - 5 forskellige typer papir
  - 50 glaskugler
  - 1 papirklips
  - 1 ½ liters bæger
  - 1 hullemaskine
  - 1 snor
2. Klip strimler i samme størrelse af hver type papir. Strimlerne skal være 5 x 20 cm.
3. Vej nu hver strimmel og skriv vægten ned i skemaet på side 3.
4. Hvilket materiale har den laveste brudstyrke? Begrund jeres gæt i hypotesen.
5. Hvilket materiale har den højeste brudstyrke? Begrund jeres gæt i hypotesen.
6. Giv materialerne nummer fra 1-5, hvor 5 er det materiale, som I tror, er det stærkeste. Skriv det i skemaet på side 3.

### Undersøgelse

1. Lav opstillingen til undersøgelsen.
  - a. Lav et hul i hver ende af hver papirstrimmel med hullemaskinen  
*For at kunne sammenligne resultaterne er det en god ide, at prøve at lave alle huller i midten og også i samme afstand fra enden af hver papirstrimmel.*
  - b. Lav et hul i hver side af bægeret med hullemaskine.
  - c. Stik snorens ender igennem hver deres hul. Bind en knude i hver ende af snoren, så den sidder fast i bægeret.
  - d. Fold papirklipsens ene ben lidt ud til siden.
  - e. Træk snoren på klipsen, så bægeret hænger på klipsen ved hjælp af snoren.
2. Udfør jeres undersøgelse med det første papirmateriale.
  - a. Vælg det materiale, I vil undersøge først.
  - b. Stik papirklipsens frie ben igennem i hullet i papirstrimlen.



- c. Fyld forsigtigt bægeret med glaskugler en af gangen, indtil papiret bliver revet i stykker.
- d. Tæl antallet af glaskugler i bægeret. Skriv jeres tal ned i skemaet herunder – i feltet ”Antal glaskugler (1)”.
- e. Gentag nu undersøgelsen med den anden ende af papiret.
- f. Tæl igen antallet af glaskugler i bægeret - skriv jeres tal ned i feltet ”Antal glaskugler (2)”.
- g. Regn gennemsnittet af kugler ud for de to forsøg.
- h. Gentag nu punkt 3 for hver af de andre papirstrimler. Husk at lave undersøgelsen to gange for hver strimmel. Regn gennemsnittet af de to undersøgelser ud.



### Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)

1. Hvilket materiale havde den laveste brudstyrke?
2. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor behøver det ikke have så høj en brudstyrke?
3. Hvilket materiale havde den højeste brudstyrke?
4. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor skal det være så stærkt?
5. Hvordan passer resultaterne med jeres hypotese? Passer det, at papirets styrke stiger med dets vægt? Eller kunne der også være andre ting, der påvirker papirets styrke?  
*Der er flere måder, hvorpå man kan øge papirs styrke. Man kan selvfølgelig gøre papiret tykkere, men man kan også øge styrken ved at folde det, som i bølgepap eller ved at behandle overfladen kemisk.*
6. Har I brug for at lave en ny hypotese? Hvis ja, så skriv jeres forslag til en ny hypotese ned her.
7. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

### Efter undersøgelsen. Diskussion af design (i klassen)

Her er formålet at fokusere på det generelle ved undersøgelsen, for at eleverne lærer, hvad der udgør en god undersøgelse, nemlig at:

- *resultaterne fra én undersøgelse kan sammenlignes med en anden (sammenlignelig undersøgelse).*
- *undersøgelsen kan gentages af andre med samme resultat (reproducérbar undersøgelse).*
- *man undgår eller minimerer fejlkilder og usikkerheder.*



1. Bed grupperne sammenligne deres resultater. Har alle fået det samme resultat?
2. Hvis ikke, så spørg eleverne, om de kan få øje på fejlkilder eller usikkerheder ved undersøgelsen, der har gjort det svært at få de samme resultater?
  - a. Er der fx. trin i undersøgelsen, som grupperne har udført forskelligt?
  - b. Har der været for store usikkerheder fx ved udmåling af materialernes størrelse eller aflæsning af målinger?
  - c. Har grupperne brugt forskelligt udstyr eller materialer?
  - d. Hvordan kunne evt. fejlkilder og usikkerheder fjernes?
3. Bed også eleverne identificere de forhold ved deres undersøgelse, som fungerede godt.
  - a. Hvordan undgik de fejlkilder og usikkerheder?
  - b. Hvordan sikrede de sig, at grupperne kunne sammenligne deres resultater.
4. Spørg evt. eleverne, hvordan de tror, man i industrien undersøger papirs styrke<sup>1</sup> og hvordan de selv ville gøre, hvis de ikke skulle tage hensyn til tid og begrænsninger i udstyr på skolen.

MODUL 2-4: DTU-UNDERSØGELSE AF STYRKE 2 - GLASKUGLER



PAPIRTYPE	VÆGT (gram)	FORUDSIG (Giv materialer numre fra 1-5, hvor 5 er det stærkeste)	ANTAL GLASKUGLER (1)	ANTAL GLASKUGLER (2)	GENNEMSNIT $\frac{(1) + (2)}{2}$	RESULTAT (Giv materialer numre fra 1-5, hvor 5 er det stærkeste)

Eksempel på resultater med 25 mm kugler:

PAPIRTYPE	VÆGT (GRAM)	ANTAL KUGLER (25 MM DIAMETER, 19 g)	BELASTNING I ALT (GRAM)	RESULTAT
Pap	8	43	813	4
Glat plakatpapir	3	19	366	3
Printerpapir (kraftigt)	2	13	250	2
Avispapir	2	6	116	1



## OVERFLADERS HÅRDHED: DESIGN DIN UNDERSØGELSE

*OBS: Der findes ingen DTU-undersøgelse til undersøgelsen af materialeoverfladers hårdhed.*

I klassen har I talt om, hvad det betyder, at et materiale har en hård overflade. Nu skal I designe en undersøgelse, hvor I kan afprøve hårdheden af forskellige materialers overflader og sammenligne jeres resultater.

For at kunne sammenligne jeres resultater fra de forskellige materialer, som I undersøger, er det vigtigt, at I gør det samme hver gang, bruger de samme materialer og udstyr osv. Hvis I varierer flere ting ændrer samme tid, kan I ikke med sikkerhed sammenligne overfladernes hårdhed.

Når I designer jeres undersøgelse, kan I derfor overveje spørgsmålene nedenfor. Kig også på de forskellige materialer, som jeres lærer har med. Diskutér i gruppen, hvordan I kan undersøge dem.

1. Hvad vil I undersøge?

---

---

2. Hvilken variabel ændrer I på?

---

---

3. Hvilken virkning eller resultat måler I?

---

---

4. Hvordan måler I? Beskriv jeres undersøgelse.

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Hvilke variable holder I konstante?  
(Fordi de kan ændre på vores resultater)

---

---

6. Hvem holder de variable konstante og hvordan?

---

---

---

---

7. Hvordan vil I sikre, at alle grupperne kan sammenligne deres resultater?

---

---

---

---

8. Tror I, at I kan nå at lave undersøgelsen på 30 min?

9. Hvilket udstyr skal I bruge til jeres undersøgelse?

---

---

---

---

10. Tegn jeres forsøgsopstilling:

11. Præsenter jeres undersøgelse for resten af klassen.



## OVERFLADERS HÅRDHED: DESIGN DIN UNDERSØGELSE

I klassen har I talt om, hvad det betyder, at et materiale har en hård overflade. Nu skal I designe en undersøgelse, hvor I kan afprøve hårdheden af forskellige materialers overflader og sammenligne jeres resultater.

For at kunne sammenligne jeres resultater fra de forskellige materialer, som I undersøger, er det vigtigt, at I gør det samme hver gang, bruger de samme materialer og udstyr osv. Hvis I varierer flere ting på samme tid, kan I ikke med sikkerhed sammenligne overfladernes hårdhed.

Når I designer jeres undersøgelse, kan I derfor overveje spørgsmålene nedenfor. Kig også på de forskellige materialer, som jeres lærer har med og diskutér i gruppen, hvordan I kan undersøge dem.

*Til læreren - eksempler på svar baseret på ridsetest:*

### 1. Hvad vil I undersøge?

Overfladernes hårdhed/ridsbarhed.

### 2. Hvilken variabel ændrer I på?

Materialernes overflader.

### 3. Hvilken virkning eller resultat måler I?

Om vi kan lave en ridse i overfladen.

*Her kan du desuden spørge ind til undersøgelsen og bidrage med viden:*

*”Hvordan vil I afgøre, hvilket materiale der er hårdest, hvis der fx er flere materialer, som kan/ikke kan ridse?”*

*Eksempel på svar:*

- *Man kan ridse med forskellige ridsepinde af stigende hårdhed, fx en tandstik af træ, en tandstik af plastik/engangs-gaffel, en spids metalgenstand, en diamant :-).*
- *Man kan sammenligne overfladers hårdhed ved at ridse materialerne med hinanden, fx ridse keramik med stål og stål med keramik. Det hårdeste er det, der ikke kan ridses af det andet.*

### 4. Hvordan måler I? Beskriv jeres undersøgelse

Vi ridser materialerne et af gangen, først med træpind, dernæst plast og til sidst metal. Vi stopper ved den 'pind', der kan ridse overfladen.

Hvis flere overflader kan ridses med den samme 'pind' ridser vi materialerne med hinanden og undersøger, hvilket materiale der er hårdest.

### 5. Hvilke variable holder I konstante?

*(Fordi de kan ændre på vores resultater)*

'Ridsepinden(e)/genstanden som vi ridser med. Hvor hårdt vi trykker/ridser. Hvor mange gange vi ridser. Hvor hurtigt/langsomt vi ridser.

**6. Hvem holder de variable konstante og hvordan?**

Vi bruger samme 'ridsepinde'/genstande hver gang.

Vi forsøger at trykke lige hårdt og lang tid hver gang. Derfor er det også den samme person, der ridser hver gang. Vi ridser kun X gang(e).

*Der vil naturligvis være en masse usikkerheder forbundet med denne undersøgelse, i det der ikke er nogen objektiv måling af, hvor hurtigt og længe, der trykkes eller hvor dybe/brede ridserne er samt at 'ridsepinde' måske slides. Men dette er en god mulighed for at diskutere usikkerheder og fejlkilder ved undersøgelser og hvorfor det er så vigtigt, at udforme standardiserede og målbare undersøgelser. I industrien måler man eksempelvis den kraft, der skal til for at lave en ridse af en bestemt dybde og kan derved sammenligne forskellige overfladers hårdhed mere præcist.*

**7. Hvordan vil I sikre, at alle grupperne kan sammenligne deres resultater?**

Alle grupper undersøger de samme materialer, bruger den samme undersøgelsesmetode og aftaler forinden, hvordan vi beslutter, om en overflade er blevet ridset.

**8. Tror I, at I kan nå at lave undersøgelsen på 40 min?****9. Tegn jeres forsøgsopstilling****10. Hvilket udstyr skal I bruge til jeres undersøgelse?**

Forskellige 'ridsepinde', klud til at fjerne streger (materialer og pinde kan godt 'tegne' på hinanden uden at det er ridser. Hvis det kan fjernes med pudsekluden, er det ikke en ridse).

**11. Præsenter jeres undersøgelse for resten af klassen**

Grupperne præsenterer efter tur deres forslag til undersøgelse og klassen vælger i fællesskab en undersøgelsesmetode.

**12. Når klassen har besluttet sig for en undersøgelsesmetode laver elever og lærer i fællesskab:**

- En kort vejledning til undersøgelsen (tilføj evt. bare detaljer til elevvejledningen fra hjemmesiden)
- En liste over de materialer og det udstyr, der skal bruges.
- Et skema til målinger og resultater i (tag udgangspunkt i nedenstående skema).

MODUL 2-4: UNDERSØGELSE AF OVERFLADERS HÅRDHED - DESIGN



MATERIALE	FORUDSIG OVERFLADENS HÅRDHED (1 er blødest)	MÅLING Kan rideses med træpind (ja/nej)	MÅLING Kan rideses med plastpind (ja/nej)	MÅLING Kan rideses med metalpind (ja/nej)	MÅLING Kan rideses med? (Notér hvilket materiale, der kan ride det materiale, i undersøger)	RESULTAT (1 er blødest)

Dette skema findes også på hjemmesiden.





## OVERFLADERS HÅRDHED: UDFØR DIN UNDERSØGELSE

### Før undersøgelsen

1. Indsaml de materialer og det udstyr, som I skal bruge
2. Hvilket materiale har den blødeste overflade? Hvorfor? Begrund jeres gæt i hypotesen.

- 
- 
3. Hvilket materiale har den hårdeste overflade? Hvorfor? Begrund jeres gæt i hypotesen.

- 
- 
4. Giv materialerne numre fra 1-5, hvor 5 er det materiale, som I tror, har den hårdeste overflade. Skriv det i jeres undersøgelseskema.

### Undersøgelse

1. Vælg det materiale, I vil undersøge først.
2. Lav opstillingen til undersøgelsen.
3. Udfør jeres undersøgelse med det første materiale.
4. Skriv målingen ind i undersøgelseskemaet.
5. Gentag undersøgelsen med hvert af de andre materialer.

### Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)

1. Hvilket materiale havde den blødeste overflade?

- 
- 
2. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor behøver det ikke være så hårdt?

- 
- 
3. Hvilket materiale havde den hårdeste overflade?

---

4. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor skal det være så hårdt?

---

---

5. Hvordan passer resultaterne med jeres forudsigelser?

---

---

6. Hvad tror I, det overfladebehandlede stål fra DTU (skeen) kan bruges til? Hvem kunne have problemer med stål, der bliver for hurtigt ridset?

---

---

---

---

7. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.



## OVERFLADERS HÅRDHED: UDFØR DIN UNDERSØGELSE

### Før undersøgelsen

1. Indsaml de materialer og det udstyr, som I skal bruge.

Undersøg materialerne og forudsig:

2. Hvilket materiale har den hårdeste overflade? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.
3. Hvilket materiale har den blødeste overflade? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.
4. Giv materialerne nummer fra 1-5, hvor 5 er det materiale, som I tror, har den hårdeste overflade. Skriv det i jeres undersøgelsesskema.

### Undersøgelse

1. Vælg det materiale, I vil undersøge først.
2. Lav opstillingen til undersøgelsen.
3. Udfør jeres undersøgelse med det første materiale.
4. Skriv målingen ind i undersøgelsesskemaet.
5. Gentag undersøgelsen med hvert af de andre materialer.

### Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)

1. Hvilket materiale havde den blødeste overflade?
2. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor behøver det ikke være så hårdt?
3. Hvilket materiale havde den hårdeste overflade?
4. Hvad tror I, det bliver brugt til? Hvorfor skal det være så hårdt?
5. Hvordan passer resultaterne med jeres forudsigelser?
6. Hvad tror I, det overfladebehandlede stål fra DTU (skeen) kan bruges til? Hvem kunne have problemer med stål, der bliver for hurtigt ridset?  
*Eksempler på svar: Stålborde på slagterier, stålvaske på fabrikker og institutioner, bestik, knive på slagterier og industrikøkkener*
7. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

### Efter undersøgelsen. Diskussion af design (i klassen)

Her er formålet at fokusere på det generelle ved undersøgelsen, for at eleverne lærer, hvad der udgør en god undersøgelse, nemlig at:

- resultaterne fra én undersøgelse kan sammenlignes med en anden (sammenlignelig undersøgelse).
- undersøgelsen kan gentages af andre med samme resultat (reproducerbar undersøgelse).
- man undgår eller minimerer fejlkilder og usikkerheder.

1. Bed grupperne sammenligne deres resultater. Har alle fået det samme resultat?

2. Hvis ikke, så spørg eleverne, om de kan få øje på fejlkilder eller usikkerheder ved undersøgelsen, der har gjort det svært at få de samme resultater?
- Er der fx. trin i undersøgelsen, som grupperne har udført forskelligt?
  - Har der været for store usikkerheder fx ved udmåling af materialernes størrelse eller aflæsning af målinger?
  - Har grupperne brugt forskelligt udstyr eller materialer?
  - Hvordan kunne evt. fejlkilder og usikkerheder fjernes?

*Der vil naturligvis være en masse usikkerheder forbundet med denne undersøgelse, i og med at der ikke er nogen objektiv måling af, hvor hurtigt og længe, der trykkes eller hvor dybe/brede ridser er og at 'ridsepinde' måske slides. Men dette er en god mulighed for at diskutere usikkerheder og fejlkilder ved undersøgelser og hvorfor det er så vigtigt, at udforme standardiserede og målbare undersøgelser. I industrien måler man eksempelvis den kraft, der skal til for at lave en ridse af en bestemt dybde og kan derved sammenligne forskellige overfladers hårdhed mere præcist.*

3. Bed også eleverne identificere de forhold ved deres undersøgelse, som fungerede godt.
- Hvordan undgik de fejlkilder og usikkerheder?
  - Hvordan sikrede de sig, at grupperne kunne sammenligne deres resultater.

### Afrundende diskussion af hårdhed

1. Rund af med at snakke med eleverne om, hvorfor det er vigtigt at kende overfladers hårdhed. Spørg fx:

- Hvorfor det er vigtigt at kende overfladers hårdhed?

*Eksempel på svar: En overflades hårdhed kan bruges til at vurdere slidstyrke og rids-barhed.*

- Hvornår er det vigtigt, at et materiale har en hård overflade?

*Eksempel på svar:*

- Brillerglas og (bil)ruder er svære at se igennem, når de er ridsede.
- Glas i mikroskoper, teleskoper, mobiltelefoner, urglas.
- Jo hårdere metallet i en kniv er, jo længere holder kniven sig skarp (hjemme, på slagterier). Og barberblade.
- Fingerringe laves af hårde sølv- eller guldblandinger fremfor rent sølv eller guld, så de ikke bliver for hurtigt ridsede og grimme.
- Fliser på badeværelset skal kunne tåle rengøring med skuresvampe eller slibe-creme, så man kan fjerne kalk, uden at fliserne bliver ridsede.
- Gulvlak og billak.
- Borde i fødevarerindustrien skal helst være ridsfrie, så bakterier og snavs ikke så let sætter sig fast og så bordene let og effektivt kan gøres rent.

2. Spørg eleverne, hvordan de tror, man i industrien undersøger overfladers hårdhed og hvordan de selv ville gøre, hvis de ikke skulle tage hensyn til tid og begrænsninger i udstyr på skolen.

*I industrien måler man eksempelvis den kraft, der skal til for at lave en ridse af en bestemt dybde og kan derved sammenligne forskellige overfladers hårdhed mere præcist. Man kan også ridse med 'ridsepinde' med forskellig hårdhed, som fx vist i videoen herunder.*



Denne video kan vises for eleverne under afrundingen:

<https://www.youtube.com/watch?v=J1Prazcy00A> (0:38-1:21)

Eksempel på, hvordan en standardiseret ridsetest laves. Her er det et Apple-ur, der undersøges med ridsepinde af materialer af stigende hårdhed.



Ved tid tilovers (bevægelse)/lektier

**Elevaktivitet: Find hårde overflader på skolen**

Hvis der er tid tilovers kan du bede eleverne kigge rundt i faglokalet og lede efter eksempler på materialer med hårde overflader. Du kan også sende dem en tur rundt på skolen, inde eller ude, Bed eleverne beskrive materialernes anvendelse og hvorfor der er brug for en hård overflade. De kan også prøve at finde eksempler derhjemme.



## KOPPERS EVNE TIL AT HOLDE PÅ VARMEN: UDFØR UNDERSØGELSEN

I klassen har I talt om, hvordan man kan sammenligne forskelligt koppers evne til at holde på varmen. I skal nu undersøge, om denne hypotese er rigtig:

Hypotese: Jo tykkere kop, desto bedre holder den på varmen

For at undersøge hypotesen skal I lave en undersøgelse, hvor I afprøver sammenhængen mellem forskellige koppers sidetykkelse og hvor varme kopperne bliver på ydersiden. Jo koldere end kop er på ydersiden, jo mere varme holder den inde i koppen.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:

- 5 forskellige kopper
- 1 skydelære
- 1 termokande med varmt vand
- Evt. en saks

2. Mål tykkelsen af hver kops side og skriv tallet ned i skemaet på side 3. Hvis nogle af engangskopperne har en kant foroven, kan I starte med at klippe den af, så I bedre kan komme til med skydelæren.

3. Hvilken kop, tror I, er bedst til at holde på varmen? Begrund jeres gæt i hypotesen.

---

---

4. Hvilken kop, tror I, er dårligst til at holde på varmen? Begrund jeres gæt i hypotesen.

---

---

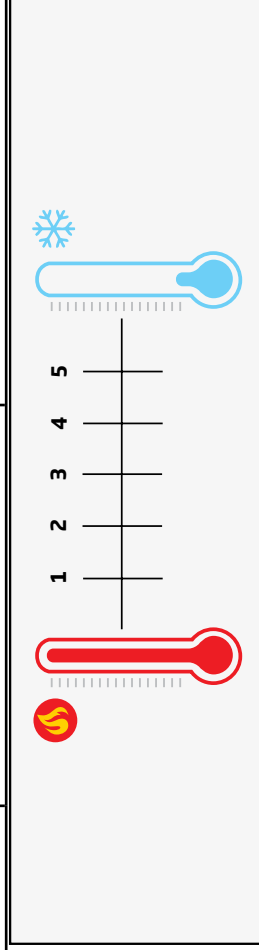
5. Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, som bedst holder på varmen. Skriv det i jeres undersøgelsesskema.

### Undersøgelsen

VÆR OPMÆRKSOM PÅ AT BÅDE VAND OG KOPPER KAN VÆRE MEGET VARME. PAS PÅ, I IKKE BRÆNDER JER!

1. Start med at stille alle kopperne op ved siden af hinanden.
  2. Fyld hver kop halvt op med det varme vand fra termokanden.
  3. Vent 1 min.
  4. Mærk nu forsigtigt på hver kop. Vurdér hvilken der er varmest, næstvarmest og så videre.
  5. Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, der føles koldest. Skriv numrene i jeres undersøgelsesskema.
-

<b>KOP</b> (Skriv materialet)	<b>TYKKELSEN AF KOPPENS SIDE</b>	<b>FORUDSIG</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, I tror, bedst holder på varmen)	<b>MÅLING</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, der føles koldest)	<b>RESULTAT</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, der bedst holder på varmen)



**Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)**

1. Ud fra jeres resultater, hvilken kop var så bedst til at holde på varmen?

---

2. Hvilken kop var dårligst til at holde på varmen?

---

3. Hvorfor tror I, man bruger en kop, der er så dårlig til at holde på varmen? Er der andre fordele ved koppen?

---

---

4. Hvordan passer resultaterne med jeres hypotese? Passede tykkelsen af koppernes sider med, hvor gode de var til at holde på varmen?

---

---

5. Har I brug for at lave en ny hypotese? Hvis ja, så skriv jeres forslag til en ny hypotese ned her.

---

---

---

---

6. Stil jeres kopper op på et fælles bord i klassen. Stil kopperne i rækkefølge med den kop, der var bedst til at holde på varmen først og den dårligste til sidst.





## KOPPERS EVNE TIL AT HOLDE PÅ VARMEN: UDFØR UNDERSØGELSEN

I klassen har I talt om, hvordan man kan sammenligne forskelligt koppers evne til at holde på varmen. I skal nu undersøge, om denne hypotese er rigtig:

Hypotese: Jo tykkere kop, desto bedre holder den på varmen

For at undersøge hypotesen skal I lave en undersøgelse, hvor I afprøver sammenhængen mellem koppers sidetykkelse og hvor varme kopperne bliver på ydersiden. Jo koldere end kop er på ydersiden, jo mere varme holder den inde i koppen.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:
  - 5 forskellige kopper
  - 1 skydelære
  - 1 termokande med varmt vand
  - Evt. en saks
2. Mål tykkelsen af hver kops side og skriv tallet ned i skemaet på side 3. Hvis nogle af engangskopperne har en kant foroven, kan I starte med at klippe den af, så I bedre kan komme til med skydelæren.
3. Hvilken kop, tror I, er bedst til at holde på varmen? Begrund jeres gæt i hypotesen.
4. Hvilken kop, tror I, er dårligst til at holde på varmen? Begrund jeres gæt i hypotesen.
5. Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, som bedst holder på varmen. Skriv det i jeres undersøgelsesskema.

### Undersøgelsen

VÆR OPMÆRKSOM PÅ AT BÅDE VAND OG KOPPER KAN VÆRE MEGET VARME. PAS PÅ, I IKKE BRÆNDER JER!

1. Start med at stille alle kopperne op ved siden af hinanden.
2. Fyld hver kop halvt op med det varme vand fra termokanden.
3. Vent 1 min.
4. Mærk nu forsigtigt på hver kop. Vurdér hvilken der er varmest, næstvarmest og så videre.
5. Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, der føles koldest. Skriv numrene i jeres undersøgelsesskema.

### Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)

1. Ud fra jeres resultater, hvilken kop var så bedst til at holde på varmen?
2. Hvilken kop var dårligst til at holde på varmen?
3. Hvorfor tror I, man bruger en kop, der er så dårlig til at holde på varmen? Er der andre fordele ved koppen?
4. Hvordan passer resultaterne med jeres hypotese? Passede tykkelsen af koppernes sider med, hvor gode de var til at holde på varmen?

MODUL 2-4: DTU-UNDERSØGELSE AF KOPPER



<b>KOP</b> (Skriv materialet)	<b>TYKKELSEN AF KOPPENS SIDE</b>	<b>FORUDSIG</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, I tror, bedst holder på varmen)	<b>MÅLING</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, der føles koldest)	<b>RESULTAT</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, der bedst holder på varmen)

A thermometer scale with a red bulb on the left and a blue bulb on the right. The scale is marked from 1 to 5. To the left of the scale is a red flame icon, and to the right is a blue snowflake icon. The scale is currently empty.

5. Har I brug for at lave en ny hypotese? Hvis ja, så skriv jeres forslag til en ny hypotese ned her.

*Hypotesen kræver faktisk en tilretning, da de materialer, som kopperne er lavet af, også har en betydning. Måske kan eleverne selv regne dette ud, måske kan de blot erkende, at de har brug for at ændre på den oprindelige hypotese. Dette kan du så følge op på i den afrundende diskussion af varmeledning.*

6. Stil jeres kopper op på et fælles bord i klassen. Stil kopperne i rækkefølge med den kop, der var bedst til at holde på varmen først og den dårligste til sidst.

*Dette giver en let og visuel metode til sammenligning af gruppernes resultater.*



### Efter undersøgelsen. Diskussion af design (i klassen)

Her er formålet at fokusere på det generelle ved undersøgelsen, for at eleverne lærer, hvad der udgør en god undersøgelse, nemlig at:

- resultaterne fra én undersøgelse kan sammenlignes med en anden (sammenlignelig undersøgelse).
- undersøgelsen kan gentages af andre med samme resultat (reproducerbar undersøgelse).
- man undgår eller minimerer fejlkilder og usikkerheder.

1. Bed grupperne sammenligne deres resultater. Har alle fået det samme resultat?

2. Hvis ikke, så spørg eleverne, om de kan få øje på fejlkilder eller usikkerheder ved undersøgelsen, der har gjort det svært at få de samme resultater?

- Er der fx. trin i undersøgelsen, som grupperne har udført forskelligt?
- Har der været for store usikkerheder fx ved måling af koppernes sidetykkelse eller diskussion om, hvor varme kopperne føltes?
- Har grupperne brugt forskelligt udstyr eller materialer?
- Hvordan kunne evt. fejlkilder og usikkerheder fjernes?

*Forslag: Hvis I på skolen har 3D-printere, kan I overveje et projekt, hvor eleverne selv printer deres kopper. Derved kan materiale og form holdes konstant, mens sidetykkelsen kan varieres.*

Der vil være en del usikkerheder forbundet med denne undersøgelse, fx:

- Forskelle i diameter og overfladearealet af hver kop. Derved bliver der også forskel på, hvor meget vand der er i hver kop og på hvor meget varme der forsvinder opad.
- Eleverne har måske ikke fyldt lige meget vand i hver af deres kopper eller grupperne imellem. Det korrekte ville være at fylde vand op til en bestemt højde, fx 5 cm, hver gang og have brugt et målebånd.
- Nogle kopper har tyndere sider foroven og tykkere ved bunden. Derfor kan det være svært at måle den korrekte tykkelse med en skydelære.
- Sansesobservationer rummer altid usikkerheder. Dette kan du udnytte til at diskutere med eleverne, hvorfor det er så vigtigt at udforme standardiserede og objektive målbare undersøgelser.

Hvis du sørger for både at have kopper med i undersøgelsen, der tydeligt har forskellige tykkelser og nogen, der har næsten samme tykkelse som flamingokoppen, vil eleverne dog alligevel erfare, at tykkelsen af koppen spiller en rolle. Fx vil en tynd engangsplastikkop blive meget varmere end de tykkere plastikkopper fra kufferten. Eleverne vil også opleve, at tykkelsen ikke er den eneste faktor, der har betydning for koppens varmeafgivelse. Fx vil flamingokoppen være bedre til at holde på

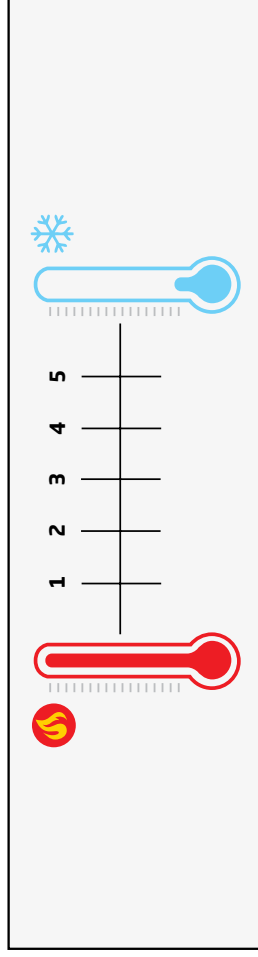
*varmen end både porcelæns- og keramikopper af (næsten) samme tykkelse (fordi flamingo er fuld af luft og luft er en dårlig varmeleder).*

3. Bed også eleverne identificere de forhold ved deres undersøgelse, som fungerede godt.
  - a. Hvordan undgik de fejlkilder og usikkerheder?
  - b. Hvordan sikrede de sig, at grupperne kunne sammenligne deres resultater.

### **Afrundende diskussion af varmeledning**

Slut af med en forklaring og diskussion af varmeledning. Læs mere i den tilhørende i forløbsbeskrivelse.

<b>KOP</b> (Skriv materialet)	<b>TYKKELSEN AF KOPPENS SIDE</b>	<b>FORUDSIG</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, I tror, bedst holder på varmen)	<b>MÅLING</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, der føles koldest)	<b>RESULTAT</b> (Giv kopperne numre fra 1-5, hvor 5 er den kop, der bedst holder på varmen)





## BLEERS ABSORPTIONSEVNE: UDFØR UNDERSØGELSEN

I klassen har I talt om, hvordan man kan sammenligne, hvor meget vand forskellige bleer kan absorbere. I skal nu undersøge, om denne hypotese er rigtig:

Hypotese: Jo dyrere ble, desto mere vand kan den absorbere

For at undersøge hypotesen skal I udføre en undersøgelse, hvor I sammenligner forskellige bleers absorptionsevne med deres pris.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml de materialer og det udstyr, som I skal bruge

- 1 kontrol-ble
- 1 ble
- Lineal
- Saks
- 1 litermål
- 2 plastik- eller foliebakker
- Vand
- 1 ur
- 1 si – evt. blot en til deling i klassen
- Evt. frugtfarve
- Køkkensalt

### Undersøgelsen – Kontrol-ble

1. Læg en avis på bordet.
2. Fold kontrol-bleen ud. Læg den oven på avisen.
3. Klip et stykke på 10x10 cm ud af midten af bleen.
4. Læg stykket ned i bakken. Hvis der er drysset pulver ud på avisen, så hæld også dette ned i bakken.
5. Fyld en liter vand i jeres bæger. Dryp evt. et par dråber frugtfarve i.
6. Hæld forsigtigt alt vandet på bleen.



7. Vent nu mindst 20 minutter.

### Undersøgelsen – Ble 2

8. Mens I venter, laver I undersøgelsen med den anden ble. Start fra punkt 1-6.

### Undersøgelsen – Regn prisen ud

9. Mens I venter på begge bleer, kan I regne ud, hvor meget hver ble koster.

10. Spørg jeres lærer, hvad pakkerne med bleer kostede og hvor mange bleer, der var i hver pakke.

11. Dividér prisen for pakken med kontrolbleer med antallet af bleer. Skriv prisen ned i skemaet på næste side.

12. Dividér prisen for pakken med de andre bleer med antallet af bleer. Skriv prisen ned i skemaet på næste side.

### Undersøgelsen – Begge bleer

13. Når de 20 minutter er gået, hælder I det overskydende vand fra kontrol-bleen gennem sien og ned i jeres målebæger.

14. Aflæs hvor meget vand, der er tilbage i bægere. Udregn mængden af vand, som kontrol-bleen har absorberet. Skriv det ned i skemaet.

15. Gentag punkt 13-14 med den anden ble.

16. Prøv til sidst at fjerne det øverste lag af en af bleerne.

17. Drys 5-6 spsk. salt på. Rør evt. lidt rundt og vent lidt.

18. Hold øje med bleen imens. Hvad sker der?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

BLE (Notér mærket)	PRIS FOR HELE PAKKE	ANTAL BLEER PER PAKKE	PRIS (For én ble)	MÅLING: MÆNGDE VAND ABSORBERET (ml)
KONTROL-BLE				



**Diskussion af resultater (i klassen)**

1. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

2. Hvilken ble absorberede mest vand?

---

---

3. Hvilken ble absorberede mindst vand?

---

---

4. Sammenlign jeres resultater med bleernes priser. Passer de med jeres hypotese – at den dyreste ble kunne absorbere mest vand?

---

---

5. Hvis jeres hypotese ikke passede, kan I så forklare jeres resultater ud fra jeres nye viden om hydrogel?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## BLEERS ABSORPTIONSEVNE: UDFØR UNDERSØGELSEN

I klassen har I talt om, hvordan man kan sammenligne, hvor meget vand forskellige bleer kan absorbere. I skal nu undersøge, om denne hypotese er rigtig:

Hypotese: Jo dyrere ble, desto mere vand kan den absorbere

For at undersøge hypotesen skal I udføre en undersøgelse, hvor I sammenligner forskellige bleers absorptionsevne med deres pris.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml de materialer og det udstyr, som I skal bruge

- 1 kontrol-ble
- 1 ble
- Lineal
- Saks
- 1 litermål
- 2 plastik- eller foliebakker
- Vand
- 1 ur
- 1 si – evt. blot en til deling i klassen
- Evt. frugtfarve
- Køkkensalt

### Undersøgelsen – Kontrol-ble

1. Læg en avis på bordet.
2. Fold kontrol-bleen ud. Læg den oven på avisen.
3. Klip et stykke på 10x10 cm ud af midten af bleen.
4. Læg stykket ned i bakken. Hvis der er drysset pulver ud på avisen, så hæld også dette ned i bakken.
5. Fyld en liter vand i jeres bæger. Dryp evt. et par dråber frugtfarve i.
6. Hæld forsigtigt alt vandet på bleen.



7. Vent nu mindst 20 minutter.

### **Undersøgelsen – Ble 2**

8. Mens I venter, laver I undersøgelsen med den anden ble. Start fra punkt 1-6.

### **Undersøgelsen – Regn prisen ud**

9. Mens I venter på begge bleer, kan I regne ud, hvor meget hver ble koster.

10. Spørg jeres lærer, hvad pakkerne med bleer kostede og hvor mange bleer, der var i hver pakke.

11. Divider prisen for pakken med kontrolbleer med antallet af bleer. Skriv prisen ned i skemaet på næste side.

12. Divider prisen for pakken med de andre bleer med antallet af bleer. Skriv prisen ned i skemaet på næste side.

### **Undersøgelsen – Begge bleer**

13. Når de 20 minutter er gået, hælder I det overskydende vand fra kontrol-bleen gennem sien og ned i jeres målebæger.

14. Aflæs hvor meget vand, der er tilbage i bægeret. Udregn mængden af vand, som kontrol-bleen har absorberet. Skriv det ned i skemaet.

15. Gentag punkt 13-14 med den anden ble.

16. Prøv til sidst at fjerne det øverste lag af en af bleerne.

17. Drys 5-6 spsk. salt på. Rør evt. lidt rundt og vent lidt.

18. Hold øje med bleen imens. Hvad sker der?

MODUL 2-4: DTU-UNDERSØGELSE AF ABSORPTION



BLE (Notér mærket)	PRIS FOR HELE PAKKE	ANTAL BLEER PER PAKKE	PRIS (For én ble)	MÅLING: MÆNGDE VAND ABSORBERET (ml)
KONTROL-BLE				

### Diskussion af resultater (i klassen)

1. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.
2. Hvilken ble absorberede mest vand?
3. Hvilken ble absorberede mindst vand?
4. Sammenlign jeres resultater med bleernes priser. Passer de med jeres hypotese – at den dyreste ble kunne absorbere mest vand?

*Hypotesen kræver sandsynligvis en tilretning, da bleernes pris ikke nødvendigvis afspejler deres sugsevne. Ved afprøveningen på DTU fik vi disse resultater:*

Mærke + navn	Størrelse	Væske	Styk pris
Libero komfort 7	16-24 kg	700 ml	3,24
Vibelle pants 5	13-20 kg	725 ml	1,79
Ängelmark XL 6	16+ kg	700 ml	1,32
Ängelmark junior 5	16-25 kg	650 ml	1,22
Minirisk junior	15-24 kg	800 ml	1,22
Tibelly Maxibleer	7-16 kg*	550 ml	1,08

\*Bemærk størrelse.

Forklar eleverne at:

*Bleer indeholder et materiale, der kaldes for hydrogel. Det er hydrogelen, som absorberer alt det vand, som de hældte på bleen. Derfor kaldes hydrogel for et superabsorberende materiale. Når hydrogel er tør, er det et hvidt pulver. Lidt som sukker. Når man hælder vand på det, svulmer det op, som de så i undersøgelsen.*

5. Hvis jeres hypotese ikke passede, kan I så forklare jeres resultater ud fra jeres nye viden om hydrogel?  
*Bleernes absorptionsevne hænger formentlig sammen med mængden af hydrogel i bleerne og måske også fordelingen af pulveret og kornenes størrelse. Bleernes øvrige materialer kan også spille en rolle.*

*Du kan også diskutere med eleverne, om absorptionsevnen er den eneste faktor, der har betydning, når man vælger pris. Måske betyder kvaliteten af de øvrige materialer, allergivenlighed, miljømærkning og pasform også en rolle. Mon dette afspejles i prisen?*

Forklar til sidst eksperimentet med salt (trin 7-9):

*Hydrogel ligner lidt lange stykker spaghetti (vis evt. eleverne billedet fra lærerpræsentationen). Hydrogel suger også vand til sig og svulmer op, ligesom spaghetti. Når eleverne bagefter hælder salt på hydrogelen, skubber saltet vandet ud igen.*



### Tid tilovers

Hvis du har tid tilovers, kan du udvide den sidste undersøgelse. Giv eleverne flere forskellige stoffer, de kan drysse på hydrogelen og fortæl dem, at de skal undersøge, om og hvordan de kan trække vandet ud af hydrogelen igen. Giv dem fx salt, sukker, pepper, natron eller bagepulver og eddike og bed dem drysse det på hydrogelen.

### Efter undersøgelsen. Diskussion af undersøgelsen (i klassen)

Her er formålet at fokusere på det generelle ved undersøgelsen, for at eleverne lærer, hvad der udgør en god undersøgelse, nemlig at:

- *resultaterne fra én undersøgelse kan sammenlignes med en anden (sammenlignelig undersøgelse).*
- *undersøgelsen kan gentages af andre med samme resultat (reproducérbar undersøgelse).*
- *man undgår eller minimerer fejlkilder og usikkerheder.*

1. Start med at snakke om kontrolbleerne. Hvilken funktion har de?

*Kontrolbleerne er en kontrol af udførelsen af forsøget. Hvis en gruppes resultater med kontrolbleen afviger meget fra de andre grupper, kunne det tyde på, at denne gruppe har lavet deres forsøg anderledes eller forkert og at deres resultater med den anden ble måske heller ikke er helt pålidelige.*

2. Bed grupperne sammenligne deres resultater for kontrolbleerne. Har alle fået nogenlunde det samme resultat?

3. Hvis ikke, så spørg eleverne, om de kan få øje på fejlkilder eller usikkerheder ved undersøgelsen, der har gjort det svært at få de samme resultater?

- Er der fx. trin i undersøgelsen, som grupperne har udført forskelligt?
  - Har der været for store usikkerheder fx ved udklipning af bleerne eller målingen af det resterende vand?
  - Har grupperne brugt forskelligt udstyr eller materialer?
  - Hvordan kunne evt. fejlkilder og usikkerheder fjernes?
  - Hvis nogle af grupperne har fået meget forskellige resultater for kontrolbleerne, hvad betyder det så for resultaterne med de andre bleer?
- *Måske er der røget hydrogel ud, da eleverne klippede deres bleprøver.*
  - *Måske er alle bleer ikke blevet helt mættet med vand. Måske kunne nogle godt have suget mere, hvis eleverne havde ventet længere.*
  - *Usikkerheder i udklipningen af bleer. Måske har alle bleprøver ikke helt samme størrelse.*
  - *Måske har bleerne forskellige tykkelser. Måske er der mere hydrogel i en tykkere ble, selvom alle bleprøver er 10x10 cm.*

4. Bed også eleverne identificere de forhold ved deres undersøgelse, som fungerede godt.

- Hvordan undgik de fejlkilder og usikkerheder?
- Hvordan sikrede de sig, at grupperne kunne sammenligne deres resultater.

### Afrundende diskussion af absorption

Slut af med en diskussion af absorption. Læs mere i den tilhørende i forløbsbeskrivelse.

Forslag til skema til gruppearbejde:

BLE (Notér mærket)	PRIS FOR HELE PAKKE	ANTAL BLEER PER PAKKE	PRIS (For én ble)	MÅLING: MÆNGDE VAND ABSORBERET (ml)
KONTROL-BLE				

Dette skema findes på hjemmesiden og i lærerpræsentationen, hvor du kan redigere i det.

**Forslag til skema til dataopsamling i klassen:**

GRUPPE OG BLE	PRIS (For én ble)	FORUDSIG: HVLKEN BLE ABSORBERER MEST VAND (1-5, hvor 1 absorberer mest)	MÅLING: MÆNGDE VAND ABSORBERET (ml)	RESULTAT (1-5, hvor 1 absorberer mest)	MÅLING KONTROLBLE: MÆNGDE VAND ABSORBERET (ml)

Dette skema findes på hjemmesiden og i lærerpræsentationen, hvor du kan redigere i det.





## VÆSKERS VISKOSITET: UDFØR DIN UNDERSØGELSE

I klassen har I talt om, hvordan man kan sammenligne, hvor hurtigt forskellige væsker flytter sig. Hvor hurtigt en væske flytter sig er nemlig et mål for væskens viskositet. I skal nu undersøge fire forskellige væskers viskositet.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 stk. pap (A4-størrelse)
- Sølvfolie
- 4 små engangsglas
- 1 stor (folie)bakke
- Evt. tape
- 1 ur

Undersøg væskerne og forudsig:

2. Hvilken væske er mest viskøs, dvs. flytter sig langsomt? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.

---

---

3. Hvilken væske er mindst viskøs, dvs. flytter sig hurtigst? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.

---

---

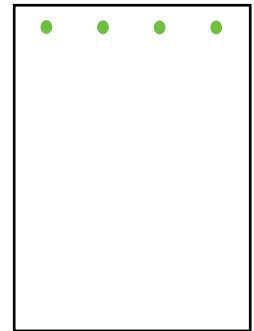
4. Giv væskerne numre fra 1-4, hvor 4 er den væske, som I tror, er mest viskøs. Skriv det i jeres undersøgelseskema.

### Undersøgelsen

1. Pak papet ind i sølvfolie. Sørg for, at det er helt glat på forsiden.
2. Sæt evt. tape på bagsiden for at holde folien fast.
3. Sæt fire mærker øverst på den korte side af det foliebeklædte pap, som vist på næste side.
4. Fyld de fire små engangsglas halvt op med hver deres væske.



5. Stil pappet på skrå. Lad den nederste kant hvile på bunden af foliebakken, så væskerne ikke løber ud på bordet.
6. I skal nu samtidig hælde væskerne fra de fire små glas ud på hver sit mærke på pappet.
7. Imens holder I omhyggeligt øje med, i hvilken rækkefølge væskerne når ned til bunden af pappet.
8. Når alle væsker er løbet ned eller der er gået fem minutter, kan I stoppe forsøget. Skriv rækkefølgen af væskerne ned i jeres undersøgelsesskema.
9. Hvis en eller flere væsker ikke er løbet helt ned, kan I skrive det ned i jeres skema, inklusiv rækkefølgen.
10. Tag sølvfolien af pappet. Gentag undersøgelsen fra 1-9 to gange.
11. Sammenlign til sidst rækkefølgen af væskerne i jeres tre forsøg. Er rækkefølgen den samme? Hvis ikke, må I udvælge resultaterne fra det forsøg, I tror, var udført mest korrekt.



### Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)

1. Hvilken væske var mest viskøs?

---

2. Hvad bliver væsken brugt til? Hvorfor er det godt, at den er viskøs, altså tyktflydende?

---

---

---

3. Hvilken væske var mindst viskøs?

---

4. Hvad bliver væsken brugt til? Hvorfor er det godt, at den er så tyndtflydende?

---

---

---

5. Hvordan passer resultaterne med jeres forudsigelser?

---

---

6. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

VÆSKE	FORUDSIG: VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)	RÆKKEFØLGE: (1 for den hurtigste væske, 4 for den langsomme)	VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)



## VÆSKERS VISKOSITET: UDFØR DIN UNDERSØGELSE

I klassen har I talt om, hvordan man kan sammenligne, hvor hurtigt forskellige væsker flytter sig. Hvor hurtigt en væske flytter sig er nemlig et mål for væskens viskositet. I skal nu undersøge fire forskellige væskers viskositet.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 stk. pap (A4-størrelse)
- Sølvfolie
- 4 små engangsglas
- 1 stor (folie)bakke
- Evt. tape
- 1 ur - Uret kan udelades, det skal kun bruges til at vurdere, hvornår der er gået fem minutter, hvis nogle af væskerne løber meget langsomt. Et ur på væggen eller computer er fint.

Undersøg væskerne og forudsig:

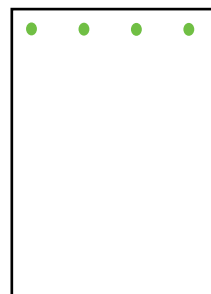
2. Hvilken væske er mest viskøs, dvs. flytter sig langsomtest? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.
3. Hvilken væske er mindst viskøs, dvs. flytter sig hurtigst? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.
4. Giv væskerne numre fra 1-4, hvor 4 er den væske, som I tror, er mest viskøs. Skriv det i jeres undersøgelseskema.

### Undersøgelsen

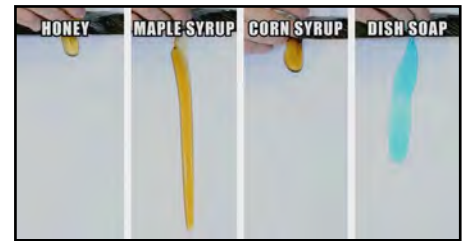
1. Pak pappet ind i sølvfolie. Sørg for, at det er helt glat på forsiden.

*Pappet beklædes med stanniol, så gnidningsmodstanden mindskes og så forsøget kan gentages tre gange. Efter hvert forsøg skifter eleverne staniolen. Man kan også bruge plastfilm ('vita wrap'), men det er sværere at arbejde med og at få til at sidde glat.*

2. Sæt evt. tape på bagsiden for at holde folien fast.
3. Sæt fire mærker øverst på den korte side af det foliebeklædte pap, som vist nedenfor.
4. Fyld de fire små engangsglas halvt op med hver deres væske.
5. Stil pappet på skrå. Lad den nederste kant hvile på bunden af foliebakken, så væskerne ikke løber ud på bordet.  
*I kan også bruge et andet underlag til at opsamle væskerne.*



6. I skal nu samtidig hælde væskerne fra de fire små glas ud på hver sit mærke på pappet.
7. Imens holder I omhyggeligt øje med, i hvilken rækkefølge væskerne når ned til bunden af pappet.
8. Når alle væsker er løbet ned eller der er gået fem minutter, kan I stoppe forsøget. Skriv rækkefølgen af væskerne ned i jeres undersøgelsesskema.
9. Hvis en eller flere væsker ikke er løbet helt ned, kan I skrive det ned i jeres skema, inklusiv rækkefølgen.
10. Tag sølvfolien af pappet. Gentag undersøgelsen fra 1-9 to gange.
12. Sammenlign til sidst rækkefølgen af væskerne i jeres tre forsøg. Er rækkefølgen den samme? Hvis ikke, må I udvælge resultaterne fra det forsøg, I tror, var udført mest korrekt.



### Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)

1. Hvilken væske var mest viskøs?
2. Hvad bliver væsken brugt til? Hvorfor er det godt, at den er viskøs, dvs. tyktflydende?
3. Hvilken væske var mindst viskøs?
4. Hvad bliver væsken brugt til? Hvorfor er det godt, at den er så tyndtflydende?
5. Hvordan passer resultaterne med jeres forudsigelser?
6. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

MODUL 2-4: VISKOSITET- DTU-UNDERSØGELSE 1 - "LØB OM KAP"



VÆSKE	FORUDSIG: VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)	RÆKKEFØLGE: (1 for den hurtigste væske, 4 for den langsomme)	VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)

### Efter undersøgelsen. Diskussion af undersøgelsen (i klassen)

Her er formålet at fokusere på det generelle ved undersøgelsen, for at eleverne lærer, hvad der udgør en god undersøgelse, nemlig at:

- *resultaterne fra én undersøgelse kan sammenlignes med en anden (sammenlignelig undersøgelse).*
- *undersøgelsen kan gentages af andre med samme resultat (reproducérbar undersøgelse).*
- *man undgår eller minimerer fejlkilder og usikkerheder.*

1. Bed grupperne sammenligne deres resultater. Har alle fået det samme resultat?
2. Hvis ikke, så spørg eleverne, om de kan få øje på fejlkilder eller usikkerheder ved undersøgelsen, der har gjort det svært at få de samme resultater?
  - a. Er der trin i undersøgelsen, som grupperne har udført forskelligt?
  - b. Har de hældt forskellige volumen væske i måleglassene?
  - c. Har de ikke sluppet kuglerne helt samtidig indbyrdes i deres gruppe?
  - d. Har grupperne brugt forskelligt udstyr eller materialer?
  - e. Hvordan kunne evt. fejlkilder og usikkerheder fjernes?
- *Umiddelbart er der ikke de helt store usikkerheder forbundet med denne undersøgelse. Den største usikkerhed kan opstå, hvis de forskellige væsker har viskositeter meget tæt på hinanden. Det kan gøre det svært at skelne væskernes nedløbstid fra hinanden.*
- *Derudover rummer sanseobservationer altid usikkerheder. Dette kan du udnytte til at diskutere med eleverne, hvorfor det er så vigtigt at udforme standardiserede og objektivt målbare undersøgelser. Fx ville man i en standardiseret test typisk bruge sensorer og meget præcise stopure til at skelne de forskellige væskers nedløbstider fra hinanden.*



Vis evt. eleverne klip fra denne video, hvor de to værter bruger stopure:  
<https://www.youtube.com/watch?v=f6spBkVeQ4w> (Vis klippet 2:20-3:30)



3. Bed også eleverne identificere de forhold ved deres undersøgelse, som fungerede godt.
  - a. Hvordan undgik de fejlkilder og usikkerheder?
  - b. Hvordan sikrede de sig, at grupperne kunne sammenligne deres resultater.

### Afrundende diskussion af absorption

Slut af med en diskussion af viskositet. Læs mere i den tilhørende i forløbsbeskrivelse.



VÆSKE	FORUDSIG: VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)	RÆKKEFØLGE: (1. for den hurtigste væske, 4 for den langsomme)	VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)

Dette skema finder du også på hjemmesiden og i lærerpræsentationen.



## VÆSKERS VISKOSITET: UDFØR DIN UNDERSØGELSE

I klassen har I talt om, hvordan man kan sammenligne, hvor hurtigt forskellige væsker flytter sig. Hvor hurtigt en væske flytter sig er nemlig et mål for væskens viskositet.

I skal nu undersøge fire forskellige væskers viskositet. Det skal I gøre ved, at lade fire glaskugler falde ned igennem hvert deres måleglas, fyldt med hver deres væske. I mens skal I observere, hvor hurtigt kuglerne falder.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:

- 4 stk. 50 ml måleglas
- 4 små glaskugler
- 4 forskellige væsker
- Køkkenrulle – til optørring

Undersøg væskerne og forudsig:

2. Hvilken væske er mest viskøs, altså flytter sig langsomtest for kuglen? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.

---

---

3. Hvilken væske er mindst viskøs, altså flytter sig hurtigst for kuglen? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.

---

---

4. Giv væskerne numre fra 1-4, hvor 4 er den væske, som I tror, er mest viskøs. Skriv det i jeres undersøgelseskema.

### Undersøgelsen

1. Hæld de fire væsker i hvert sit måleglas. I skal hælde 50 ml. væske i hvert måleglas.
2. Tag nu de fire glaskugler.
3. Hold hver glaskugle lige over åbningen på hvert sit måleglas.
4. I skal nu på samme tid lade glaskuglerne falde ned i hvert sit måleglas.



5. Mens holder I omhyggeligt øje med, i hvilken rækkefølge kuglerne når ned til bunden af måleglassene.
6. Skriv kuglernes rækkefølge ned i jeres undersøgelsesskema. 1 er den hurtigste kugle, 4 den kugle, der sidst nåede bunden.

### Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)

1. Hvilken væske var mest viskøs?

---

2. Hvad bliver væsken brugt til? Hvorfor er det godt, at den er viskøs, altså tyktflydende?

---

---

---

3. Hvilken væske var mindst viskøs?

---

4. Hvad bliver væsken brugt til? Hvorfor er det godt, at den er så tyndtflydende?

---

---

---

5. Hvordan passer resultaterne med jeres forudsigelser?

---

---

6. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

---

VÆSKE	FORUDSIG: VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)	RÆKKEFØLGE: (1 for den hurtigste væske, 4 for den langsomme)	VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)



## VÆSKERS VISKOSITET: UDFØR DIN UNDERSØGELSE

I klassen har I talt om, hvordan man kan sammenligne, hvor hurtigt forskellige væsker flytter sig. Hvor hurtigt en væske flytter sig er nemlig et mål for væskens viskositet.

I skal nu undersøge fire forskellige væskers viskositet. Det skal I gøre ved, at lade fire glaskugler falde ned igennem hvert deres måleglas, fyldt med hver deres væske. I mens skal I observere, hvor hurtigt kuglerne falder.

### Før undersøgelsen

1. Indsaml materialer og udstyr. I skal bruge:

- 4 stk. 50 ml måleglas – husk at alle måleglas skal være rene og tørre, inden de lægges tilbage i poserne og materialekassen.
- 4 små glaskugler
- 4 forskellige væsker – det er vigtigt at vælge væsker med ret forskellig viskositet, og kun en med meget lav viskositet (fx vand). Ellers bliver det svært for eleverne at skelne mellem kuglernes faldtid. I afprøvningen på DTU havde vi gode resultater med flydende honning, brun sæbe, Levevis hårgæle (Netto) og vand.
- Køkkenrulle – til optørring

Undersøg væskerne og forudsig:

2. Hvilken væske er mest viskøs, altså flytter sig langsomt for kuglen? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.
3. Hvilken væske er mindst viskøs, dvs. flytter sig hurtigst for kuglen? Hvorfor? Begrund jeres forudsigelse.
4. Giv væskerne nummer fra 1-4, hvor 4 er den væske, som I tror, er mest viskøs. Skriv det i jeres undersøgelsesskema.

### Undersøgelsen

1. Hæld de fire væsker i hvert sit måleglas. I skal hælde 50 ml. væske i hvert måleglas.
2. Tag nu de fire glaskugler.
3. Hold hver glaskugle lige over åbningen på hvert sit måleglas.
4. I skal nu på samme tid lade glaskuglerne falde ned i hvert sit måleglas.
5. Imens holder I omhyggeligt øje med, i hvilken rækkefølge kuglerne når ned til bunden af måleglassene.





6. Skriv kuglernes rækkefølge ned i jeres undersøgelseskema. 1 er den hurtigste kugle, 4 er den langsomme og 5 er den bunden.

### **Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper)**

1. Hvilken væske var mest viskøs?
2. Hvad bliver væsken brugt til? Hvorfor er det godt, at den er viskøs, dvs. tyktflydende?
3. Hvilken væske var mindst viskøs?
4. Hvad bliver væsken brugt til? Hvorfor er det godt, at den er så tyndtflydende?
5. Hvordan passer resultaterne med jeres forudsigelser?
6. Skriv jeres resultater op i skemaet på tavlen.

MODUL 2-4: VISKOSITET- DTU-UNDERSØGELSE 2 - "FALDENDE GLASKUGLER"



VÆSKE	FORUDSIG: VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)	RÆKKEFØLGE: (1 for den hurtigste væske, 4 for den langsomme)	VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)

### Efter undersøgelsen. Diskussion af undersøgelsen (i klassen)

Her er formålet at fokusere på det generelle ved undersøgelsen, for at eleverne lærer, hvad der gælder, nemlig at:

- *resultaterne fra én undersøgelse kan sammenlignes med en anden (sammenlignelig undersøgelse).*
  - *undersøgelsen kan gentages af andre med samme resultat (reproducérbar undersøgelse).*
  - *man undgår eller minimerer fejlkilder og usikkerheder.*
1. Bed grupperne sammenligne deres resultater. Har alle fået det samme resultat?
  2. Hvis ikke, så spørg eleverne, om de kan få øje på fejlkilder eller usikkerheder ved undersøgelsen, der har gjort det svært at få de samme resultater?
    - a. Er der trin i undersøgelsen, som grupperne har udført forskelligt?
    - b. Har de hældt forskellige volumen væske i måleglassene?
    - c. Har de ikke sluppet kuglerne helt samtidig indbyrdes i deres gruppe?
    - d. Har grupperne brugt forskelligt udstyr eller materialer?
    - e. Hvordan kunne evt. fejlkilder og usikkerheder fjernes?
  - *Umiddelbart er der ikke de helt store usikkerheder forbundet med denne undersøgelse. Den største usikkerhed kan opstå, hvis de forskellige væsker har viskositeter meget tæt på hinanden. Det kan gøre det svært at skelne væskernes nedløbstid fra hinanden.*
  - *Derudover rummer sanseobservationer altid usikkerheder. Dette kan du udnytte til at diskutere med eleverne, hvorfor det er så vigtigt at udforme standardiserede og objektivt målbare undersøgelser. Fx ville man i en standardiseret test typisk bruge sensorer og meget præcise stopure til at skelne de forskellige væskers nedløbstider fra hinanden.*
  3. Bed også eleverne identificere de forhold ved deres undersøgelse, som fungerede godt.
    - a. Hvordan undgik de fejlkilder og usikkerheder?
    - b. Hvordan sikrede de sig, at grupperne kunne sammenligne deres resultater.

### Afrundende diskussion af absorption

Slut af med en diskussion af viskositet. Læs mere i den tilhørende i forløbsbeskrivelse.



VÆSKE	FORUDSIG: VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)	RÆKKEFØLGE: (1. for den hurtigste væske, 4 for den langsomme)	VÆSKENS VISKOSITET (1 har lavest viskositet, 4 højest)

Dette skema finder du også på hjemmesiden og i lærerpræsentationen.



## BLANDINGSMATERIALER: OPFIND ET PRODUKT

I dette modul har I hørt om, hvordan 'pop up'-termometrets opfindere blev inspireret af, hvordan sprinkleranlæg virker. De fandt på at anvende den samme mekanisme i deres termometre. Nu skal I selv være opfindere.

Prøv at finde på andre produkter, der fungerer ved hjælp af samme mekanisme som pop up-termometret og sprinkleranlægget. Altså, at varme smelter et stykke metal (eller plast) og dermed udløser en reaktion.

Mekanismen kan være en fjeder, der springer ud, et håndtag der går ned, eller et låg, der åbner sig. Reaktionen kan være vand eller en kugle løber igennem et rør. Eller noget helt, helt andet. Ingen ideer er for vilde eller dårlige, bare brug jeres fantasi!

### 1. Brainstorm i jeres grupper – find på alle de ideer, I kan.

HUSK, at når man brainstormer, er ingen ideer dårlige!

- Skriv ALLE jeres ideer ned, ligegyldigt hvor vilde de er. Jo flere ideer des bedre!
- Prøv at lade være med at tænke for meget over jeres ideer. Bare skynd jer at sige dem og skrive dem ned.
- Husk at lade alle blive hørt – og at alle skal deltage. Respektér de andres ideer.

### 2. Kig nu nærmere på jeres ideer.

Snak om hver ide, og sæt lidt flere detaljer på:

- Hvilket problem skal ideen løse?
- Hvilken reaktion udløser mekanismen?

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. Vælg én ide ud, som I vil præsentere for resten af klassen.

Forbered jeres præsentation.

### 4. Præsenter jeres ideer for resten af klassen.



## BLANDINGSMATERIALER: OPFIND ET PRODUKT

I dette modul har I hørt om, hvordan 'pop up'-termometrets opfindere blev inspireret af, hvordan sprinkleranlæg virker. De fandt på at anvende den samme mekanisme i deres termometre. Nu skal I selv være opfindere.

Prøv at finde på andre produkter, der fungerer ved hjælp af samme mekanisme som pop up-termometret og sprinkleranlægget. Altså, at varme smelter et stykke metal (eller plast) og dermed udløser en reaktion.

Mekanismen kan være en fjeder, der springer ud, et håndtag der går ned, eller et låg, der åbner sig. Reaktionen kan være vand eller en kugle løber igennem et rør. Eller noget helt, helt andet. Ingen ideer er for vilde eller dårlige, bare brug jeres fantasi!

*Del post it-sedler ud til alle grupperne, som de kan skrive deres ideer ned på.*

*Der er mange forskellige metoder til brainstorming. Måske har du selv en favorit og eller kan du fx finde inspiration her: <http://stationinnovation.dk/ideudvikling-2/> og her: <http://stationinnovation.dk/send-ideen-videre/>*

### 1. Brainstorm i jeres grupper – find på alle de ideer, I kan.

HUSK, at når man brainstormer, er ingen ideer dårlige!

- Skriv ALLE jeres ideer ned, ligegyldigt hvor vilde de er. Jo flere ideer des bedre!
- Prøv at lade være med at tænke for meget over jeres ideer. Bare skynd jer at sige dem og skrive dem ned.
- Husk at lade alle blive hørt – og at alle skal deltage. Respektér de andres ideer.

### 2. Kig nu nærmere på jeres ideer.

Snak om hver ide, og sæt lidt flere detaljer på:

- Hvilket problem skal ideen løse?
- Hvilken reaktion udløser mekanismen?

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. Vælg én ide ud, som I vil præsentere for resten af klassen.

Forbered jeres præsentation.

### 4. Præsenter jeres ideer for resten af klassen.



## SMARTE MATERIALER: UDFØR UNDERSØGELSEN

I denne undersøgelse skal I først undersøge seks forskellige smarte materialer. I skal påvirke dem på forskellige måder – med varme, vand og lys – og observere materialernes reaktioner.

### Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 almindelig lommelygte
- 1 UV-lommelygte
- 6 smarte materialer:
  - 1 armbånd
  - 1 babyske
  - 1 stk. sort krystalark
  - 1 stk. papir i pose
  - 1 metalklips
  - 1 stk. hvidt stof
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål/højt glas til varmt vand
- 1 engangspipette
- Køkkenrulle el. lign.

2. Kig på de seks smarte materialer. Diskutér i gruppen, hvorfor de mon er smarte. Hvilke egenskaber, tror I, materialerne har?

---

---

---

---

---

---

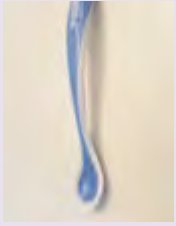

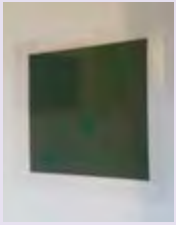


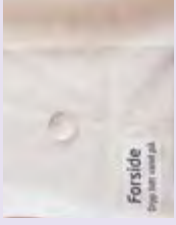
---

---

## Undersøgelsen

I skal nu lave forskellige undersøgelser af de smarte materialer.

1. Først skal I undersøge armbåndet og babyskeen.
  - a) Dyp begge i først koldt og så varmt vand.
  - b) Hvad sker der? Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.
  - c) Prøv nu at lyse på armbåndet og babyskeen med den almindelige lommelygte.
  - d) Prøv så at lyse på dem med UV-lommelygten. Den lyser med ultraviolet lys.
  - e) Hvad sker der? Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.
2. Nu skal I undersøge det sorte krystalark og papiret. Tag ikke papiret ud af posen.
  - a) Prøv at lægge jeres hånd på arket og bagefter på papiret. Hvordan reagerer de to materialer?  
Hvis der ikke sker noget, kan I prøve at holde ark og papir hen til en anden varmekilde, fx en tændt pære eller lægge dem kortvarigt på en varm radiator.
  - b) Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.
3. Tag nu metalklipsen.
  - a) Fold den forsigtigt ud og dyp den i varmt vand. Uden at brænde fingrene.  
Hvis vandet er blevet lunkent, kan I hælde noget nyt op fra termokanden.
  - b) Hvad sker der? Skriv metallets reaktion ned i jeres undersøgelseskema.
4. Nu skal I undersøge det hvide stof.
  - a) Dryp et par dråber vand på stoffets forside med engangspipetten.
  - b) Hvad sker der med vandet? Beskriv dråbens form.  
Hvis dråben bliver liggende oven på stoffet, kan I presse den igennem stoffet ved forsigtigt at trykke på den et par gange.
  - c) Når dråben/dråberne er blevet suget igennem stoffet, skal I vente 30 sekunder.
  - d) Prøv så at lægge stoffet imellem to stykker køkkenrulle. Tryk forsigtigt køkkenrulle ind mod stoffet.
  - e) Fjern nu begge stykker køkkenrulle. Beskriv køkkenrullen. Er begge stykker lige våde? Skriv jeres resultater ned i undersøgelseskemaet.
5. Nu har I undersøgt de seks smarte materialer. Nu skal I undersøge et stykke smart plastikstrimmel.
  - a) Bed jeres lærer om vejledningen og følg denne.

Materiale / Påvirkning		Skriv ned, hvordan hvert af de seks materialer reagerer på jeres påvirkning:					
		Babyske 	Armbånd 	Krystalark 	Papir 	Metalklips 	Stof 
	Varmt vand						
	Vand (koldt/stuetemp.)						
	Almindelig lommelygte						
	UV-lommelygte (sollys)						
	Varme (fra hånd)						

**Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper og i klassen)**

Nu har I undersøgt i alt syv materialer. Prøv at diskutere i gruppen, hvorfor disse materialer er smarte:

1. Hvordan er babyskeen og armbåndet for eksempel anderledes end almindeligt plastik?

---

---

2. Og hvordan er plastikstrimlen anderledes end almindeligt plastik?

---

---

3. Hvad tror I, man bruger skeen og armbåndet til?

---

---

---

4. Hvorfor er krystalarket et smart materiale?

---

---

5. Hvordan er papiret anderledes end almindeligt papir?

---

---

6. Hvordan er metalklipsen anderledes end en almindelig papirklips?

---

---

7. Hvordan er det hvide stof anderledes end det stof, der er fx i jeres tøj?

---

---

8. Hvad tror I, stoffet bliver brugt til?

---

---

9. Når I skal lave innovationsopgaven i de sidste fire lektioner, skal I arbejde videre med de smarte materialer. Kan I allerede nu finde på, hvad man kunne nogle af materialerne til?

---

---

---

---

---

---

---

---





## SMARTE MATERIALER: UDFØR UNDERSØGELSEN

I denne undersøgelse skal I først undersøge seks forskellige smarte materialer. I skal påvirke dem på forskellige måder – med varme, vand og lys – og observere materialernes reaktioner.

### Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 almindelig lommelygte
- 1 UV-lommelygte
- 6 smarte materialer:
  - 1 armbånd
  - 1 babyske
  - 1 stk. sort krystalark
  - 1 stk. papir i pose
  - 1 metalklips
  - 1 stk. hvidt stof
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål/højt glas til varmt vand
- 1 engangspipette
- Køkkenrulle el. lign.

2. Kig på de seks smarte materialer. Diskutér i gruppen, hvorfor de mon er smarte. Hvilke egenskaber, tror I, materialerne har?

Lidt detaljer om materialerne. Se uddybende forklaringer og oplysninger om anvendelser i lærervejledningen.

#### Armbånd

Armbåndet er lavet af perler, der reagerer på ultraviolet lys, dvs. den del af sollyset, der gør os brune, men også kan skade huden. Perlerne skifter fra at være farveløse til at have farve, når de lægges i sollys eller man lyser på dem med en UV-lommelygte (det sidste kan især være nødvendigt i det danske efterår og vinter). Om sommeren kan du til gengæld være nødt til at gemme armbåndene under noget, så de ikke bliver ramt af sollyset. Ellers har de allerede skiftet farve, før eleverne får dem.

I dette forløb bruges perlerne blot som en demonstration for eleverne, men perlerne kan også anvendes i et forløb om UV-lys (skadelige) virkning på menneskers hud. Læs mere om dette i lærervejledningen.

#### Babyske

Babyskeen er en såkaldt varmfølsom plastiske, der skifter farve ved temperaturer over 43 °C. Det er ikke muligt at få oplyst, om det er plastikken selv eller et tilsat farvestof, der skifter farve, men formentlig er det det sidstnævnte.

### Krystalark

Arket består af flydende krystaller, der ligger ordnet i forskellige strukturer afhængigt af temperaturen. Når temperaturen stiger, skifter strukturen og dermed også refleksionen af de forskellige farver i lyset.

### Papir

Farven på det lyserøde/blå/lilla/grønne papir er også temperaturfølsom og bliver farveløs ved opvarmning til 31-37 °C.

### Metalklips

Metalklipsen er et såkaldt hukommelsesmetal, der kan formes med hænderne, men vender tilbage til sin oprindelige form ved opvarmning (>50 °C).

### Hvidt stof

Stoffet er et såkaldt envejsstof, der kan suge vand til sig og transportere det om på den anden side af stoffet. Vandtransporten virker ved hjælp af kapillærrørs-effekten, hvor bitte små kanaler i stoffet suger vandet igennem på samme måde som træer suger vand op. Se demonstration af envejsstof på hjemmesiden.



## Undersøgelsen

I skal nu lave forskellige undersøgelser af de smarte materialer.

1. Først skal I undersøge armbåndet og babyskeen.

- Dyp begge i først koldt og så varmt vand.
- Hvad sker der? Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.  
*Skeen skifter farve i varmt vand. Armbåndet reagerer ikke på vand.*
- Prøv nu at lyse på armbåndet og babyskeen med den almindelige lommelygte.
- Prøv så at lyse på dem med UV-lommelygten. Den lyser med ultraviolet lys.
- Hvad sker der? Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.  
*Armbåndet skifter farve under UV-lys. Skeen reagerer ikke på lys.*

2. Nu skal I undersøge det sorte krystalark og papiret. Tag ikke papiret ud af posen.

- Prøv at lægge jeres hånd på arket og bagefter på papiret. Hvordan reagerer de to materialer?  
*Krystalarket skifter til flere forskellige farver afhængig af temperaturen. Papiret bliver farveløst under varmen fra hånden.*

Hvis der ikke sker noget, kan I prøve at holde ark og papir hen til en anden varmekilde, eller lægge dem kortvarigt på en varm radiator.

*Det er lettest at få krystalarket til at skifte farve. Også dette kan dog nogle gange drille, eksempelvis når luften er kold (vinter), eleverne måske har kolde hænder og/eller lægger arket på et koldt metalunderlag. Så sørg for varme hænder og et underlag, der ikke er metal.*

*Hold evt. ark og papir mellem begge hænder, så der kommer varme fra begge sider.*

- Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.

3. Tag nu metalklipsen.

- a) Fold den forsigtigt ud og dyp den i varmt vand. Uden at brænde fingrene. Hvis vandet er blevet lunkent, kan I hælde noget nyt op fra termokanden.
- b) Hvad sker der? Skriv metallens reaktion ned i jeres undersøgelseskema.

*Metallet folder sig lynhurtigt tilbage som en papirklips.*

4. Nu skal I undersøge det hvide stof.

- a) Dryp et par dråber vand på stoffets forside med engangspipetten.
- b) Hvad sker der med vandet? Beskriv dråbens form.

Hvis dråben bliver liggende oven på stoffet, kan I presse den igennem stoffet ved forsigtigt at trykke på den et par gange.

*Envejsstoffet har en såkaldt hydrofob overflade, dvs. en vandafvisende overflade. På sådanne overflader vil vanddråber typisk trække sig sammen og ligge som meget runde kugler på overfladen, som på billedet ved siden af.*

- c) Når dråben/dråberne er blevet suget igennem stoffet, skal I vente 30 sekunder.
- d) Prøv så at lægge stoffet imellem to stykker køkkenrulle. Tryk forsigtigt køkkenrulle ind mod stoffet.
- e) Fjern nu begge stykker køkkenrulle. Beskriv køkkenrullen. Er begge stykker lige våde? Skriv jeres resultater ned i undersøgelseskemaet.

*Envejstransporten ses ved, at stoffets forside efter et stykke tid ikke efterlader noget aftryk på et stykke køkkenrulle, når man lægger dette ovenpå stoffet.*



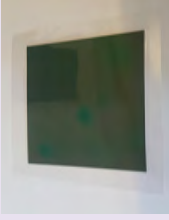



5. Nu har I undersøgt de seks smarte materialer. Nu skal I undersøge et stykke smart plastikstrimmel.

- a) Bed jeres lærer om vejledningen og følg denne.

*Dette trin kan springes over ved tidsmangel.*

*Hvis I ikke er de første, der bruger materialekassen, vil flere eller alle af de otte vedlagte plastikstrimlerne sandsynligvis allerede være programmerede til at være spiral-formede.*

*I så fald kan I blot lave en del af undersøgelsen, som beskrevet i ”lærer-svararket til undersøgelsen af hukommelsesplasten. Eller vælge versionen med både afprogrammering og programmering som beskrevet i vejledningen til afprogrammering af hukommelsesplasten.*

Materiale	Skriv ned, hvordan hvert af de seks materialer reagerer på jeres påvirkning:					
	Babyske	Armbånd	Krystalark	Papir	Metalklips	Stof
Påvirkning						
Varmt vand						
Vand (koldt/stuetemp.)						
Almindelig lommelygte						
UV-lommelygte (sollys)						
Varme (fra hånd)						

## Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper og i klassen)

Nu har I undersøgt i alt syv materialer. Prøv at diskutere i gruppen, hvorfor disse materialer er smarte:

### 1. Hvordan er babyskeem og armbåndet for eksempel anderledes end almindeligt plastik?

- De vedlagte plastikskeer er varmfølsomme og skifter farve ved temperaturer over 43 °C.
- Perlerne i armbåndet er følsomme overfor ultraviolet lys (som er den del af sollyset, der gør os brune). Når perlerne udsættes for UV-lys, skifter de farve.
- Almindelig plastik skifter ikke farve, hverken når man varmer det op eller lyser på det med UV-lys.

### 2. Og hvordan er plastikstrimlen anderledes end almindeligt plastik?

- Almindelig plastik kan heller ikke vende tilbage til en programmeret form, når man varmer det op.

### 3. Hvad tror I, man bruger skeem og armbåndet til?

- De vedlagte skeer anvendes som babyskeer og kan advare om, at babymaden er for varm.
- Man kan købe UV-armbåndene hos bla. Kræftens Bekæmpelse og give børn dem på, når de er ude i solen. Når perlerne skifter farve, ved børnene, at de skal tage solcreme på.

### 4. Hvorfor er krystalarket et smart materiale?

- Fordi det skifter farve, når man varmer det op. Man bruger flydende krystaller i fladskærme og moderne computer-skærme. Her er det bare strøm, der udløser farveskiftet.

### 5. Hvordan er papiret anderledes end almindeligt papir?

- Almindelig papir skifter ikke farve, når man varmer det op. Det gør det smarte papir.

### 6. Og hvordan er metalklipsen anderledes end en almindelig papirklips?

- Metalklipsen vender tilbage til sin form som klips, når vi dypper den i varmt vand.
- Almindeligt metal, som i almindelige papirklips, udvider sig ved svag opvarmning og smelter ved høj varme. Det skifter ikke form.

### 7. Hvordan er det hvide stof anderledes end det stof, der er fx i jeres tøj?

- Stoffet i vores tøj suger hurtigt vandet til sig. På det hvide stof, lagde det sig som en dråbe oven på.
- Det hvide stof blev kun rigtigt vådt på den ene side. Almindeligt stof bliver lige vådt på begge sider.

### 8. Hvad tror I, stoffet bliver brugt til?

- Envejsstoffet stammer fra hvide sports-T-shirts. Stoffets vandtransporterende egenskaber betyder, at det kan transportere sved fra kroppen og igennem T-shirten. På T-shirtens yderside kan sveden fordampe. På den måde bliver kroppen ved med at være tør.

### 9. Når I skal lave innovationsopgaven i de sidste fire lektioner, skal I arbejde videre med de smarte materialer. Kan I allerede nu finde på, hvad man kunne nogle af materialerne til?

- Fortæl igen eleverne, at de kommer til at arbejde videre med disse materialer og de andre smarte materialer, som de har afprøvet tidligere i forløbet (hydrogel).
- At de i de sidste to moduler skal udvikle produkter, der udnytter et eller flere af de smarte materialer – eller blot den type reaktioner som de nu har oplevet, fx farve- eller formskift som reaktion på varme eller UV-lys eller envejstransport af vand.



## SMARTE MATERIALER: PROGRAMMERING AF HUKOMMELSESPLASTIK

Metalklipsen som I lige har undersøgt, kaldes for et hukommelsesmetal. Den kan nemlig huske og vende tilbage til en programmeret form (klips), når I påvirker den med varme. Nu skal I selv prøve at programmere et stykke hukommelsesplastik til at huske en bestemt form.

### Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 plastikstrimmel
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål /højt glas til varmt vand
- Sølvfolie (ca. 3 store stykker)
- Ske eller lignende redskab

### Fremgangsmåde

1. Tag det ene stykke sølvfolie. Form det som en lille aflang klump.
2. Sno plastikstrimlen om klumpen, så strimlen bliver spiralformet.
3. Pak nu folieklumpen og plastikstrimlen ind i det andet stykke sølvfolie, så plastikstrimlen ikke kan folde sig ud igen.
4. Hæld varmt vand fra termokanden i en skål eller højt glas.
5. Læg sølvpapirpakken ned i det varme vand i 2 minutter. Pakken kommer let til at flyde ovenpå, så hold den nede med en ske.
6. Tag pakken op af vandet og læg den i glasset med det kolde vand i ca. 20 sekunder. Pas på, pakken er varm. Pakken skal være så afkølet, at I kan holde den i hånden.
7. Fjern sølvpapiret. Nu er hukommelsesplastikken 'programmeret' til sin nye form.
8. Prøv nu at strække plastikken ud igen. Hvis den er svær at strække ud, kan I forsigtigt dyppe den i det varme vand og holde strimlen udstrakt, mens den bliver kold igen.
9. Læg nu den udstrakte plastikstrimlen ned i det varme vand igen. Voila – plastikken skulle nu gerne vende tilbage til den form, som I programmerede den til.
10. Vend nu tilbage til den anden undersøgelse (af de andre smarte materialer). Diskutér jeres resultater i gruppen.





## SMARTE MATERIALER: PROGRAMMERING AF HUKOMMELSESPLASTIK

Metalklipsen som I lige har undersøgt, kaldes for et hukommelsesmetal. Den kan nemlig huske og vende tilbage til en programmeret form (klips), når I påvirker den med varme. Nu skal I selv prøve at programmere et stykke hukommelsesplastik til at huske en bestemt form.

*Til læreren:*

*Hvis ikke I er den første klasse, der bruger denne materialekasse, vil flere eller alle af plastikstrimlerne formentlig allerede være kodede som spiraler. Eleverne kan så blot nøjes med at gennemføre trin 8-9, hvor de først 'ødelægger' plastikspiralens form og derefter oplever den vende tilbage til sin programmerede spiralform.*

*Hvis I har tid, og du gerne vil lade eleverne selv prøve at programmere plastikstrimlerne, skal eleverne først afprogrammere spiralformen ved at programmere strimlen til at være helt udstrakt og derefter gennemføre alle de nedenstående trin. Vejledningen til afprogrammering af hukommelsesplastik ligger også på hjemmesiden.*

### Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 plastikstrimmel
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål /højt glas til varmt vand
- Sølvfolie (ca. 3 store stykker)
- Ske eller lignende redskab

### Fremgangsmåde

1. Tag det ene stykke sølvfolie. Form det som en lille aflang klump.
2. Sno plastikstrimlen om klumpen, så strimlen bliver spiralformet.
3. Pak nu folieklumpen og plastikstrimlen ind i det andet stykke sølvfolie, så plastikstrimlen ikke kan folde sig ud igen.
4. Hæld varmt vand fra termokanden i en skål eller højt glas.
5. Læg sølvpapirpakken ned i det varme vand i 2 minutter. Pakken kommer let til at flyde ovenpå, så hold den nede med en ske.
6. Tag pakken op af vandet og læg den i glasset med det kolde vand i ca. 20 sekunder. Pas på, pakken er varm.  
Pakken skal være så afkølet, at I kan holde den i hånden.



7. Fjern sølvpapiret. Nu er hukommelsesplastikken 'programmeret' til sin nye form.
8. Prøv nu at strække plastikken ud igen. Hvis den er svær at strække ud, kan I forsigtigt dyppe den i det varme vand og holde strimlen udstrakt, mens den bliver kold igen.
9. Læg nu den udstrakte plastikstrimlen ned i det varme vand igen.  
Voila – plastikken skulle nu gerne vende tilbage til den form, som I programmerede den til.
10. Vend nu tilbage til den anden undersøgelse (af de andre smarte materialer). Diskutér jeres resultater i gruppen.





## SMARTE MATERIALER: AFPROGRAMMERING OG PROGRAMMERING AFHUKOMMELSESPLASTIK

Metallklipsen som I lige har undersøgt, kaldes for et hukommelsesmetal. Den kan nemlig huske og vende tilbage til en programmeret form (klips), når I varmer den op.

Nu skal I selv prøve at programmere et stykke hukommelsesplastik til at huske en bestemt form. Først er I dog nødt til at afprogrammere den form, som elever før jer har programmeret plastikstrimlen til at have.

### Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 plastikstrimmel
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål /højt glas til varmt vand
- Sølvfolie (ca. 3 store stykker)
- Ske eller lignende redskab

### Fremgangsmåde

1. Tag plastikstrimlen og ret den ud, så godt I kan.
2. Hvis strimlen er svær at strække ud, kan I forsigtigt dyppe den i varmt vand og holde strimlen udstrakt, mens den bliver kold igen. Pas på I ikke brænder fingrene!
3. Pak nu plastikstrimlen ind i det første stykke sølvfolie, så plastikstrimlen ikke kan krølle sig sammen.
4. Hæld varmt vand fra termokanden i en skål eller højt glas.
5. Læg sølvpapirpakken ned i det varme vand i 2 minutter. Pakken kommer let til at flyde ovenpå, så hold den nede med en ske eller lign.
6. Tag pakken op af vandet og læg den i glasset med det kolde vand (eller hold den ind under koldt vand fra vandhanen) i ca. 20 sekunder. Pas på, pakken er varm.  
Pakken skal være så afkølet, at I kan holde den i hånden.
7. Fjern sølvpapiret. Nu er hukommelsesplastikken 'programmeret' til at være helt lige.



**Nu skal I prøve at programmere strimlen til at 'huske' en spiralform:**

8. Tag det andet stykke sølvfolie. Form det som en lille aflang klump.
  9. Sno plastikstrimlen om klumpen, så strimlen bliver spiralformet.
  10. Pak nu folieklumpen og plastikstrimlen ind i det andet stykke sølvfolie, så plastikstrimlen ikke kan folde sig ud igen.
  11. Hæld varmt vand fra termokanden i en skål eller højt glas.
  12. Læg sølvpapirpakken ned i det varme vand i 2 minutter. Pakken kommer let til at flyde ovenpå, så hold den nede med en ske eller lign.
  13. Tag pakken op af vandet og læg den i glasset med det kolde vand i ca. 20 sekunder. Pas på, pakken er varm. Pakken skal være så afkølet, at I kan holde den i hånden.
  14. Fjern sølvpapiret. Nu er hukommelsesplastikken 'programmeret' til sin nye form.
  15. Prøv nu at strække plastikken ud igen. Hvis den er svær at strække ud, kan I forsigtigt dyppe den i det varme vand og holde strimlen udstrakt, mens den bliver kold igen.
  16. Læg nu den udstrakte plastikstrimlen ned i det varme vand igen. Voila – plastikken skulle nu gerne vende tilbage til den form, som I programmerede den til.
10. Vend nu tilbage til den anden undersøgelse (af de andre smarte materialer). Diskutér jeres resultater i gruppen.

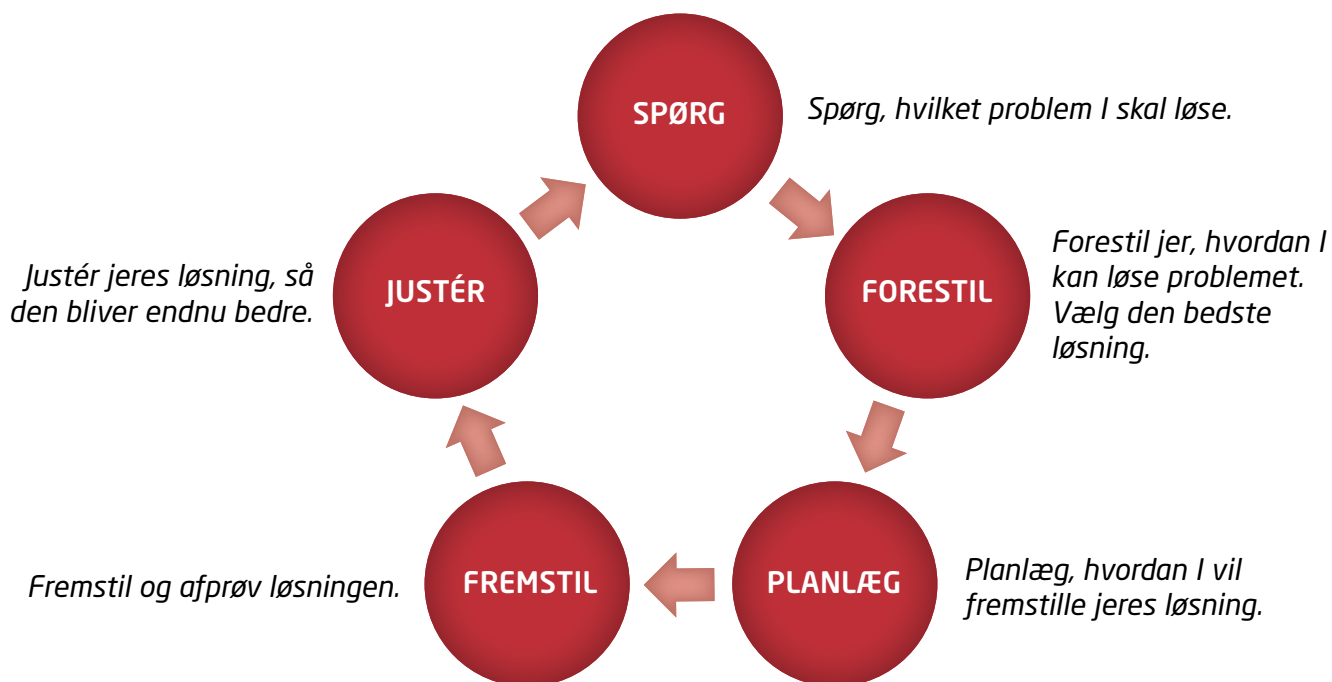




## INGENIØRENS ARBEJDSMETODE: ØV DIG I METODEN

I denne aktivitet skal I øve jer i at bruge ingeniørens arbejdsmetode. Øvelsen er teoretisk. Det betyder, at I ikke skal bygge eller fremstille noget, men blot skal forestille jer nogle løsninger.

Ingeniører arbejder med at løse problemer. Og de arbejder som regel efter ingeniørens arbejdsmetode, som jeres lærer har gennemgået. Trinene i modellen ser sådan her ud:



### Øvelse

Nu skal I forestille jer, at I er ingeniør, og at I er dem, der opfandt rygsækken. Prøv at gå igennem de fem trin i ingeniørens arbejdsmetode. Udfyld hvert trin med jeres svar.

#### 1. Spørg:

Forestil jer, hvilket problem ingeniøren har villet løse, da hun opfandt rygsækken:

---

---

---

---

**2. Forestil:**

Forestil jer alle de måder, I kan løse problemet på. Vælg den bedste ide.

---

---

---

---

---

**3. Planlæg**

Hvad skal I overveje for at kunne fremstille en rygsæk. Og hvad skal I bruge af materialer?

---

---

---

---

Prøv at tegne en model af rygsækken:

**4. Fremstil** rygsækken og afprøv den.

Forestil jer, hvad der ville være vigtigt at undersøge, når I afprøvede rygsækken?

Hvilke egenskaber skal den have?

Hvad skal den kunne?

---

---

---

---

**5. Justér:** Evaluér og justér jeres rygsæk. Hvordan kan I gøre den endnu bedre?

---

---

---

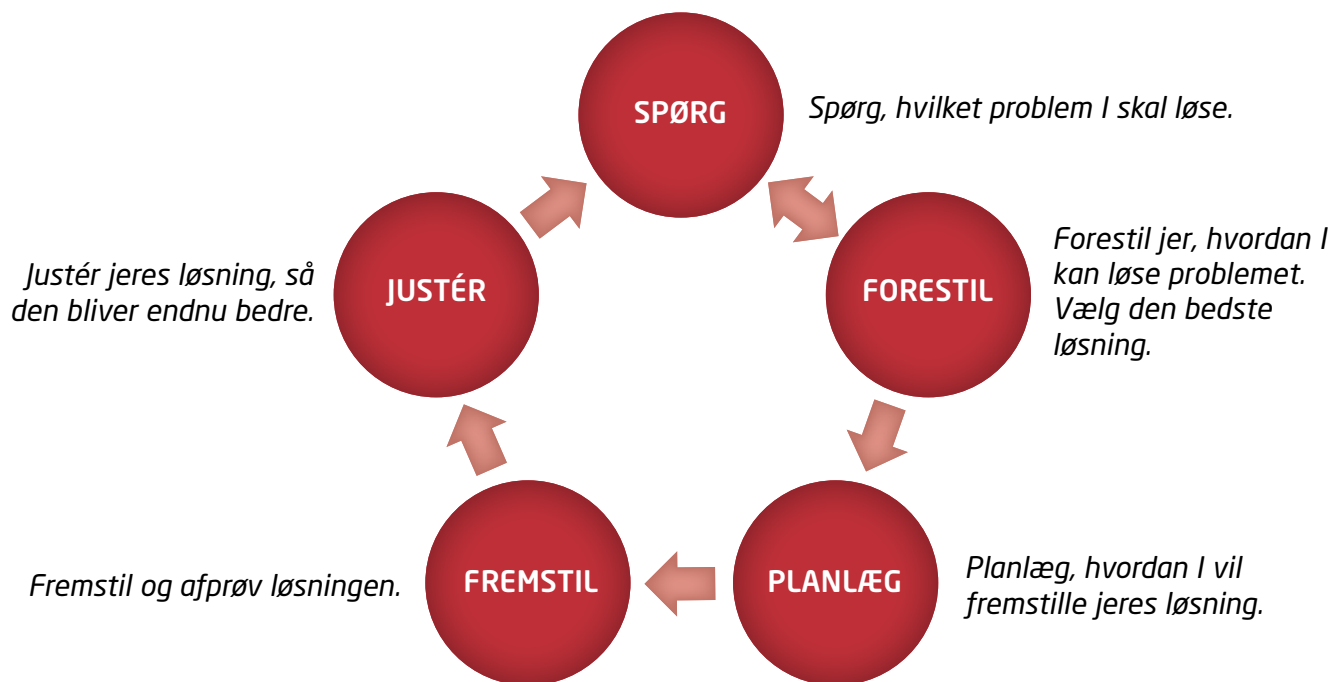
---



## INGENIØRENS ARBEJDSMETODE: ØV DIG I METODEN

I denne aktivitet skal I øve jer i at bruge ingeniørens arbejdsmetode. Øvelsen er teoretisk. Det betyder, at I ikke skal bygge eller fremstille noget, men blot skal forestille jer nogle løsninger.

Ingeniører arbejder med at løse problemer. Og de arbejder som regel efter ingeniørens arbejdsmetode, som jeres lærer har gennemgået. Trinene i modellen ser sådan her ud:



Nu skal I forestille jer, at I er ingeniør, og at I er dem, der opfandt rygsækken. Prøv at gå igennem de fem trin i ingeniørens arbejdsmetode. Udfyld hvert trin med jeres svar.

### Øvelse

#### 1. Spørg:

Forestil jer, hvilket problem ingeniøren har villet løse, da hun opfandt rygsækken:

- *Hvordan kan jeg transportere flere ting, end jeg kan bære i mine hænder?*
- *Hvordan kan jeg transportere tungere ting, end jeg kan bære i mine hænder?*
- *Hvordan kan jeg transportere mange ting og samtidig have mine hænder fri?*
- *Hvordan kan jeg transportere en masse ting, uden at blive træt i armene?*

*Hvis eleverne har svært ved at komme i gang, kan du prøve at vende spørgsmålet om:*

*Spørg eleverne, hvad fordelene er ved en rygsæk fremfor fx en håndtaske, en skuldertaske, en plasticpose, en kuffert på hjul....*

**2. Forestil:**

Forestil jer alle de måder, I kan løse problemet på. Vælg den bedste ide.

Vi kunne:

- Sy en skuldertaske
- Lave en pose
- Lave en kasse
- Lave en trækvogn
- Sy en taske til at hænge på ryggen
- Lave en beholder til at bære tingene på hovedet.....

**3. Planlæg**

Hvad skal du overveje for at kunne fremstille en rygsæk. Og hvad skal du bruge af materialer? Prøv at tegne en model af rygsækken.

Vi overvejer,

- Hvordan rygsækken kan hænge på ryggen
- Hvor stor den skal være (vi måler forskellige børns/teenagers/voksnes rygge)
- Hvordan tingene lettest kommer ned i og op af rygsækken
- Hvordan rygsækken skal lukkes
- Hvilke materialer rygsækken skal laves af

Vi tegner en model.

**4. Fremstil** rygsækken og afprøv den. Her skal I ikke lave den rigtigt, men hvad, tror I, ville være vigtigt at undersøge, når I afprøvede rygsækken?

Hvilke egenskaber skal den have?

Hvad skal den kunne?

Vi syr rygsækken ud fra vores model og afprøver:

- Hvor stærk den er (hvor mange kilo kan den holde til)
- Hvor godt den sidder på ryggen
- Hvor let er den at tage af og på
- Hvordan ligger tingene nede i rygsækken
- Hvor let er den at åbne og lukke, når den er fyldt med ting

**5. Justér:** Evaluér og justér jeres rygsæk. Hvordan kan I gøre den endnu bedre?

Vi justerer modellen ud fra din informationer, vi har fået fra vores afprøvning:

- Måske skal stropperne flyttes eller gøres kortere/længere.
- Måske skal størrelsen på taske justeres
- Måske skal vi lave stærkere syninger
- Måske skal der være flere rum eller lommer





## MAIZENABLANDING: UDFØR UNDERSØGELSEN

I denne undersøgelse skal I undersøge en maizenablanding. Maizena har nemlig nogle specielle egenskaber, når den blandes med vand.

### Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- *Maizena (majsstivelse)*
- *1½ dl vand*
- *1 plastikskål*
- *1 teske*
- *1 kniv*
- *1 stor glaskugle*
- *Evt. 1 par engangshandsker*
- *Evt. frugtfarve*

### Undersøgelsen

1. Bland maizena og vand i plastskålen. Start med vandet. Rør maizena i lidt efter lidt.

Prøv også at mærke på pulveret med fingrene. Kan I mærke, at det består af bittesmå korn?

2. Det kan være svært at blande vand og maizena med en ske. Brug i stedet en kniv, som kan 'skære' igennem blandingen. Tilføj evt. et par dråber frugtfarve.

3. Tilsæt maizena, indtil blandingen begynder at blive grynet. Blandingens skal være tyk og lidt flydende. Fyld evt. en smule mere vand i, hvis I er kommet til at hælde for meget maizena i.

4. Når maizena og vand er godt blandet, kan I prøve at røre i det med en ske. Prøv både at røre hurtigt og langsomt. Hvad sker der?



5. Prøv nu at lade en glaskugle falde ned i maizenablandingen. Hvad sker der?

6. Læg nu blot glaskugle ovenpå maizenablandingen. Vent nogle minutter. Hvad sker der?

---

---

7. Tag eventuelt et par handsker på eller brug blot jeres bare hænder. Det er ikke giftigt.

8. Prøv så at tage blandingen op med hænderne. Prøv at klemme om den. Hvordan føles den? Er den fast eller flydende? Kan I brække den over?



---

---

---

9. Prøv at stikke fingrene ned i blandingen. Bevæg fingrene - først langsomt, så hurtigt. Hvad sker der?

---

---

10. Vil I beskrive maizenablandingen som en væske eller et fast stof? Begrund jeres svar.

---

---

---

---

---

## Oprydning

Hæld en masse ekstra vand i jeres blanding, før I skyller den ud i vasken. Ellers stopper afløbet.



## MAIZENABLANDING: UDFØR UNDERSØGELSEN

I denne undersøgelse skal I undersøge en maizenablanding. Maizena har nemlig nogle specielle egenskaber, når den blandes med vand.

### Før undersøgelsen

- Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:
  - Maizena (majsstivelse)
  - 1½ dl vand
  - 1 plastikskål
  - 1 teske
  - 1 kniv
  - 1 stor glaskugle
  - Evt. 1 par engangshandsker – Blot for at slippe for lidt af griseriet. Maizenablandingen er helt ugiftig.
  - Evt. frugtfarve – Du kan lade eleverne farve deres maizenablanding med frugtfarve. Husk blot, at frugtfarve kan være svær at få af tøjet.

### Undersøgelsen

- Bland maizena og vand i plastskålen. Start med vandet. Rør maizena i lidt efter lidt.

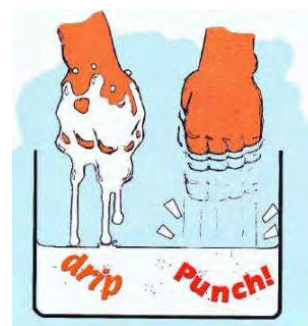
Prøv også at mærke på pulveret med fingrene. Kan I mærke, at det består af bittesmå korn?

- Det kan være svært at blande vand og maizena med en ske. Brug i stedet en kniv, som kan 'skære' igennem blandingen. Tilføj evt. et par dråber frugtfarve.
- Tilsæt maizena, indtil blandingen begynder at bliver grynet. Blandingen skal være tyk og lidt flydende. Fyld evt. en smule mere vand i, hvis I er kommet til at hælde for meget maizena i.



- Når maizena og vand er godt blandet, kan I prøve at røre i det med en ske. Prøv både at røre hurtigt og langsomt. Hvad sker der?

Maizenablandingen er ligesom smart gele både fast og flydende, den er en såkaldt non-newtonian væske. Dette ord behøver du ikke introducere for eleverne, det er nok at forklare dem, at blandingen er et eksempel på en væske, der kan være både hård og blød afhængig af, hvordan hurtigt man påvirker den<sup>1</sup>. Hvis man øger trykket på den hurtigt, fx ved at røre hurtigt i blandingen med en ske, bliver blandingen hård. Hvis man derimod øger trykket langsomt, ved at røre langsomt rundt, vil maizenablandingen være flydende og eftergivende.



<sup>1</sup> Læs hele forklaringen på maizenablandingsens egenskaber i lærervejledningen.

5. Prøv nu at lade en glaskugle falde ned i maizenablandingen. Hvad sker der?  
*Maizenablandingen bliver fast og kuglen hopper (af).*
6. Læg nu blot glaskuglen ovenpå maizenablandingen. Vent lidt, mens I holder øje med glaskuglen. Hvad sker der?  
*Maizenablandingen er blød og eftergivende og kuglen synker ned i den, som i en tyk væske.*
7. Tag eventuelt et par handsker på eller brug blot jeres bare hænder. Det er ikke giftigt.
8. Prøv så at tage blandingen op med hænderne. Prøv at klemme om den. Hvordan føles den? Er den fast eller flydende? Kan I brække den over?  
*Blandingen vil i være fast både, når eleverne tager den op af skålen og i starten, mens de har den i hånden. Den vil dog samtidig begynde at flyde ud af hænderne på dem, hvis de ikke hele tiden søger for at holde den i bevægelse og samle den.*
9. Prøv at stikke fingrene ned i blandingen. Bevæg fingrene - først langsomt, så hurtigt. Hvad sker der?  
*Som under trin 4, nu er det blot fingrene der er svære at bevæge hurtigt nede i blandingen.*
11. Vil I beskrive maizenablandingen som en væske eller et fast stof?  
Begrund jeres svar.  
*Eleverne kan argumentere for begge dele, da maizenablandingen har egenskaber, der både minder om væskers og faste stoffer. Den slags materialer kalder man imidlertid non-newtonian væsker, altså væsker.*



*Væskens viskositet, dvs. hvor tykt- eller tyndtflydende den er, ændrer sig dog med hastigheden af den kraft, man påvirker den med. Maizenakornene i væsken kan ikke nå at flytte sig forbi hinanden, hvis man fx slår hurtigt på blandingen, og derfor bliver den hård.*

*Man kan sammenligne det med at skulle igennem en tæt pakket menneskemængde, fx til en koncert. Hvis du løber i fuld fart mod menneskerne, vil de opleves som en solid mur, fordi de ikke kan nå at flytte sig af vejen, når de står så tæt. Hvis du derimod prøver at trænge dig igennem mængden stille og roligt, får hver enkelt person tid til at flytte sig lidt til siden og lade dig komme forbi. Menneskemængden bliver altså blød og eftergivende. På samme måde kan maizenakornene nå at flytte sig i mellem hinanden, hvis man blot trykker på dem langsomt nok<sup>1</sup>.*

## Oprydning

Hæld en masse ekstra vand i jeres blanding, før I skyller den ud i vasken. Ellers stopper afløbet.

Opsaml evt. alle blandingerne i en spand og sørg selv for at tilsætte en masse vand, før du hælder det ud i afløbet.

## Opfølgning



Hvis I har tid, så vis eleverne denne fantastiske video, hvor et helt bassin er blevet fyldt med 8000 liter maizenablanding ('oobleck' på engelsk) og forbipasserende muntre sig med at gå, løbe, hoppe, danse og spille fodbold på væsken!

<https://www.youtube.com/watch?v=D-wxnID2q4A>



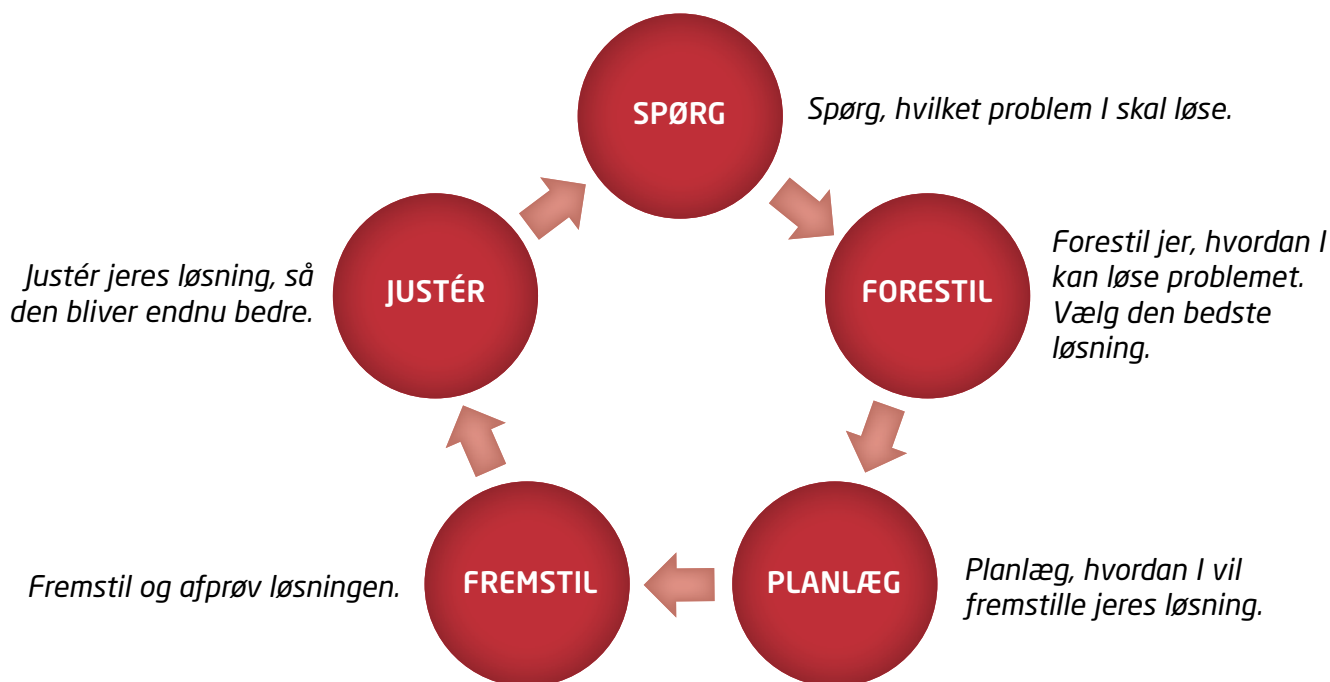
<sup>1</sup> Læs hele forklaringen på maizenablandings egenskaber i lærervejledningen.



## INGENIØRENS ARBEJDSMETODE: ØV DIG I METODEN

I denne aktivitet skal I øve jer i at bruge ingeniørens arbejdsmetode. Øvelsen er teoretisk. Det betyder, at I ikke skal bygge eller fremstille noget, men blot skal forestille jer nogle løsninger.

Ingeniører arbejder med at løse problemer. Og de arbejder som regel efter ingeniørens arbejdsmetode, som jeres lærer har gennemgået. Trinene i modellen ser sådan her ud:



### Øvelse

Nu skal I forestille jer, at I er ingeniør, og at I er dem, der opfandt rygsækken. Prøv at gå igennem de fem trin i ingeniørens arbejdsmetode. Udfyld hvert trin med jeres svar.

#### 1. Spørg:

Forestil jer, hvilket problem ingeniøren har villet løse, da hun opfandt rygsækken:

---

---

---

---

**2. Forestil:**

Forestil jer alle de måder, I kan løse problemet på. Vælg den bedste ide.

---

---

---

---

---

**3. Planlæg**

Hvad skal I overveje for at kunne fremstille en rygsæk. Og hvad skal I bruge af materialer?

---

---

---

---

Prøv at tegne en model af rygsækken:

**4. Fremstil** rygsækken og afprøv den.

Forestil jer, hvad der ville være vigtigt at undersøge, når I afprøvede rygsækken?

Hvilke egenskaber skal den have?

Hvad skal den kunne?

---

---

---

---

**5. Justér:** Evaluér og justér jeres rygsæk. Hvordan kan I gøre den endnu bedre?

---

---

---

---

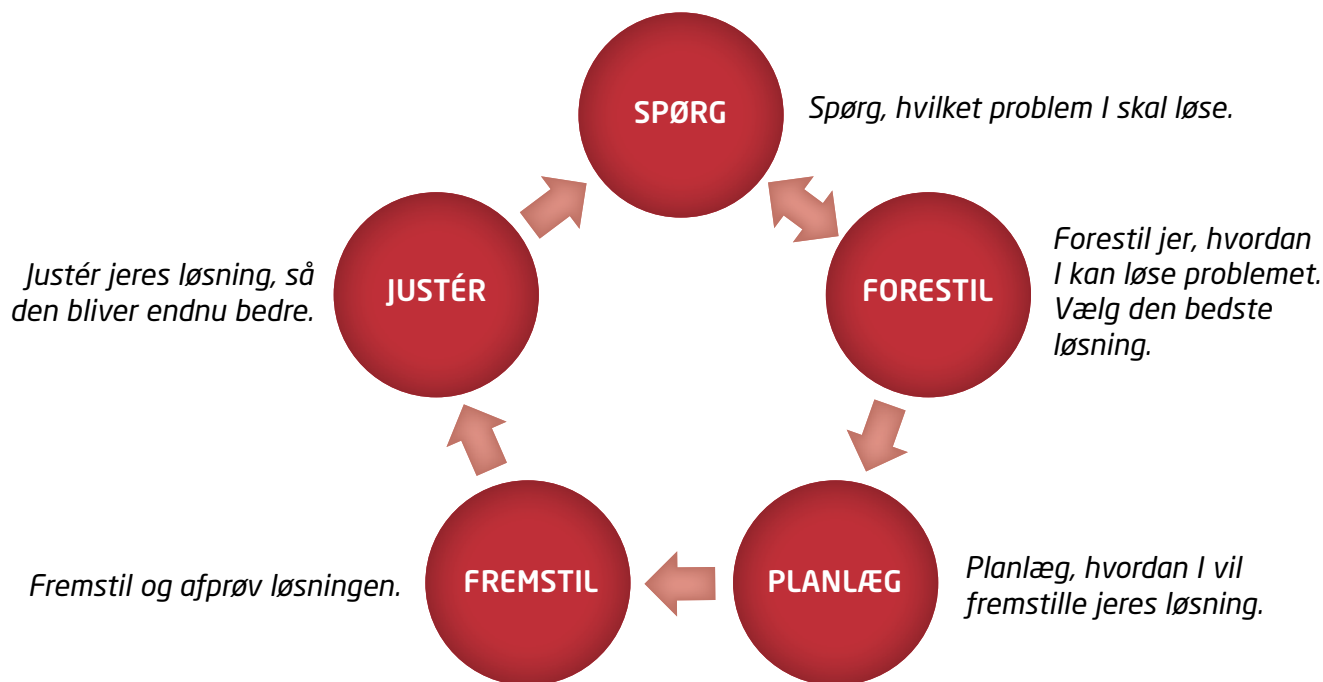




## INGENIØRENS ARBEJDSMETODE: ØV DIG I METODEN

I denne aktivitet skal I øve jer i at bruge ingeniørens arbejdsmetode. Øvelsen er teoretisk. Det betyder, at I ikke skal bygge eller fremstille noget, men blot skal forestille jer nogle løsninger.

Ingeniører arbejder med at løse problemer. Og de arbejder som regel efter ingeniørens arbejdsmetode, som jeres lærer har gennemgået. Trinene i modellen ser sådan her ud:



Nu skal I forestille jer, at I er ingeniør, og at I er dem, der opfandt rygsækken. Prøv at gå igennem de fem trin i ingeniørens arbejdsmetode. Udfyld hvert trin med jeres svar.

### Øvelse

#### 1. Spørg:

Forestil jer, hvilket problem ingeniøren har villet løse, da hun opfandt rygsækken:

- *Hvordan kan jeg transportere flere ting, end jeg kan bære i mine hænder?*
- *Hvordan kan jeg transportere tungere ting, end jeg kan bære i mine hænder?*
- *Hvordan kan jeg transportere mange ting og samtidig have mine hænder fri?*
- *Hvordan kan jeg transportere en masse ting, uden at blive træt i armene?*

*Hvis eleverne har svært ved at komme i gang, kan du prøve at vende spørgsmålet om:*

*Spørg eleverne, hvad fordelene er ved en rygsæk fremfor fx en håndtaske, en skuldertaske, en plasticpose, en kuffert på hjul....*

## 2. Forestil:

Forestil jer alle de måder, I kan løse problemet på. Vælg den bedste ide.

Vi kunne:

- Sy en skuldertaske
- Lave en pose
- Lave en kasse
- Lave en trækvogn
- Sy en taske til at hænge på ryggen
- Lave en beholder til at bære tingene på hovedet.....



## 3. Planlæg

Hvad skal du overveje for at kunne fremstille en rygsæk. Og hvad skal du bruge af materialer? Prøv at tegne en model af rygsækken.

Vi overvejer,

- Hvordan rygsækken kan hænge på ryggen
- Hvor stor den skal være (vi måler forskellige børns/teenagers/voksnes rygge)
- Hvordan tingene lettest kommer ned i og op af rygsækken
- Hvordan rygsækken skal lukkes
- Hvilke materialer rygsækken skal laves af

Vi tegner en model.

**4. Fremstil** rygsækken og afprøv den. Her skal I ikke lave den rigtigt, men hvad, tror I, ville være vigtigt at undersøge, når I afprøvede rygsækken?

Hvilke egenskaber skal den have?

Hvad skal den kunne?

Vi syr rygsækken ud fra vores model og afprøver:

- Hvor stærk den er (hvor mange kilo kan den holde til)
- Hvor godt den sidder på ryggen
- Hvor let er den at tage af og på
- Hvordan ligger tingene nede i rygsækken
- Hvor let er den at åbne og lukke, når den er fyldt med ting

**5. Justér:** Evaluér og justér jeres rygsæk. Hvordan kan I gøre den endnu bedre?

Vi justerer modellen ud fra din informationer, vi har fået fra vores afprøvning:

- Måske skal stropperne flyttes eller gøres kortere/længere.
- Måske skal størrelsen på taske justeres
- Måske skal vi lave stærkere syninger
- Måske skal der være flere rum eller lommer



## SMARTE GELE: UDFØR UNDERSØGELSEN

I denne undersøgelse skal I undersøge et smart materiale, nemlig smart gele. I skal undersøge, hvordan geleen reagerer, fx når I trækker i den hurtigt og langsomt.

### Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 klump smart gele
- 1 plastikskål
- 1 stor glaskugle



### Undersøgelsen

1. Tag geleen op med hænderne. Hvordan føles geleen? Er den fast eller flydende?

---

2. Prøv at hive geleen over i én hurtig bevægelse. Kig på enderne – hvordan ser de ud? Er de fx helt lige, flossede eller udflydende?

---

---

3. Prøv nu at trække i geleen meget langsomt eller lad det blot hænge ned mod gulvet. Hvad sker der?

---

---

4. Læg nu geleen i en skål. Hvad sker der?

---

---

5. Lad nu en glaskugle falde ned på geleen. Hvad sker der?

---

---

---

6. Læg nu blot glaskugle ovenpå geleen. Vent nogle minutter. Hvad sker der?

---

---

7. Vil I beskrive smart geleen som en væske eller et fast stof? Begrund jeres svar.

---

---

---

---

---

---

---



## SMARTE GELE: UDFØR UNDERSØGELSEN

I denne undersøgelse skal I undersøge et smart materiale, nemlig smart gele. I skal undersøge, hvordan geleen reagerer, fx når I trækker i den hurtigt og langsomt.

### Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 klump smart gele
- 1 plastikskål
- 1 stor glaskugle



### Undersøgelsen

1. Tag geleen op med hænderne. Hvordan føles geleen? Er den fast eller flydende?

*Geleen er både fast og flydende, den er en såkaldt non-newtonian væske. Dette ord behøver du ikke introducere for eleverne, det er nok at forklare dem, at geleen er et eksempel på en væske, der kan være både hård og blød afhængig af, hvordan hurtigt man påvirker den<sup>1</sup>. Hvis man øger trykket på den hurtigt, fx ved at slå, bliver geleen hård. Hvis man derimod øger trykket langsomt ved fx at presse tommelfingeren langsomt ned i geleen, vil den være flydende og eftergivende.*

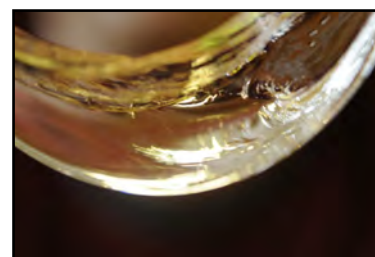
2. Prøv at hive geleen over i én hurtig bevægelse. Kig på enderne – hvordan ser de ud? Er de fx helt lige, flossede eller udflydende?

*Dette gælder ikke kun tryk, det kan være en hvilken som helst kraft, fx også træk. Hvis man trækker hurtigt, har smart geleen egenskaber, der minder om et fast stof og man får et knæk med to 'skarpe' brudflader.*



3. Prøv nu at trække i geleen meget langsomt eller lad det blot hænge ned mod gulvet. Hvad sker der?

*Hvis man trækker langsomt, opfører smart geleen sig som tyggegummi.*



4. Læg nu geleen i en skål. Hvad sker der?

*Den flyder ud og tager form efter skålen, ligesom en væske ville gøre.*

5. Lad nu en glaskugle falde ned på geleen. Hvad sker der?

*Geleen bliver fast og elastisk, og kuglen hopper af geleen.*



6. Læg nu blot glaskuglen ovenpå geleen. Vent nogle minutter. Hvad sker der?

*Geleen er blød og eftergivende, og kuglen synker ned i den, som i en tyk væske.*

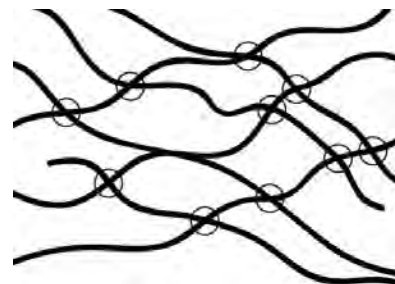
<sup>1</sup> Læs hele forklaringen på smart geles egenskaber i lærervejledningen.

7. Vil I beskrive smart geleen som en væske eller et fast stof? Begrund jeres svar.

*Eleverne kan argumentere for begge dele, da smart geleen har egenskaber, der både minder om væsker og faste stoffer. Den slags materialer kalder man imidlertid non-newtonian væsker, altså væsker.*

*Væskens viskositet, dvs. hvor tykt- eller tyndtflydende den er, ændrer sig dog med hastigheden af den kraft, man påvirker den med. Det skyldes, at molekylerne i væsken er bundet sammen til hinanden og skal have tid til at bryde deres bindinger, flytte sig og danne bindinger til nye nabomolekyler.*

*Man kan sammenligne det med at skulle igennem en tætpakket menneskemængde, fx til en koncert. Hvis du løber i fuld fart mod menneskerne, vil de opleves som en solid mur, fordi de ikke kan nå at flytte sig af vejen, når de står så tæt. Hvis du derimod prøver at trænge dig igennem mængden stille og roligt, får hver enkelt person tid til at flytte sig lidt til siden og lade dig komme forbi. Menneskemængden bliver altså blød og eftergivende.*



*På samme måde kan molekylerne i smart geleen ikke nå at flytte sig, hvis man slår hurtigt på geleen, men hvis man blot trykker på den langsomt nok, får molekylerne tid til at omorganisere sig<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup> Læs hele forklaringen på smart geles egenskaber i lærervejledningen.

## Opskrift på Smart gele (6-10 klumper)

### Du skal bruge:

- 1 liter vand
- 80 g polyvinylalkohol (PVA)
- 200 mL 4 % borax
- 1 vægt
- 1 gryde
- Termometer
- Sølvfolie
- Bægerglas
- Røreske el. magnetorrør
- Kogeplade



### Noter

- Kemikalierne (250 g polyvinylalkohol og 1 L 4 % Borax) er købt hos Frederiksen. De må bruges i folkeskolen.
- Ren Borax kan derimod ikke købes i DK uden gifttilladelse.
- Hvis du bruger (næsten) alt af kemikalierne kan der blive til ca. 30 håndfulde gele.



<sup>1</sup> Læs hele forklaringen på smart geles egenskaber i lærervejledningen.

**Fremgangsmåde (tidsforbrug ca. 30 min.)**

1. Hæld 1 L vand i en gryde.
2. Opvarm vandet til 50°C ved svag varme og med et termometer i vandet. Det er en fordel at bruge en gryde med en stor bund.
3. Mens vandet opvarmes, kan du afveje 80 g polyvinylalkohol (PVA).
4. Når vandet er 50°C, tilsættes PVA.
5. Opvarm opløsningen yderligere til 90°C under konstant omrøring. Bemærk at PVA-kornene har tendens til at sætte sig på bunden. Det er derfor vigtigt med konstant omrøring. Opløsningen må ikke koge.
6. Ved 90°C bør alle PVA-kornene være opløst og væsken være klar og gullig.
7. Tag gryden af blusset og fortsæt omrøringen, mens opløsningen køler ned til 60°C.
8. Hæld nu opløsningen over i bægerglasset. Dæk det med sølvfolie.
9. Lad bægerglasset stå uforstyrret i minimum 24 timer.  
Hvor lang tid opløsningen 'hviler' sig kan muligvis have betydning for, hvor elastisk geleen bliver, men det forringer den ikke. PVA-opløsningen kan holde sig i et par uger, hvis den opbevares i en lukket beholder.

**Herfra kan eleverne evt. gøre fremstillingen færdig (tidsforbrug ca. 30 min.)**

10. Når opløsningerne har stået i min. 24 timer tilføjes borax (4 % opløsning). Du skal bruge 30-50 mL borax pr. 250 ml polyvinylalkohol. Her må du prøve dig frem.
11. Tilsæt borax, mens du rører kraftigt rundt. Der bør med det samme blive dannet en gele i væsken. Samtidig ændrer væsken udseende og bliver slimet og sæbeagtig.
12. Tag et par latexhandsker på, og tag geleen op af opløsningen. Det kan svine en del, så overvej underlaget. Gør det evt. i en vask eller en plastikbalje.
13. Geleen er formentlig fuld af luftbobler, som du (eller eleverne) nu skal ælte ud.
14. Geleen bør blive mere fast i takt med, at du ælter den. Dette trin kan godt tage et stykke tid, så lad evt. hver gruppe ælte deres egen gele.
15. Hvis du laver geleen på forhånd, kan du fint opbevare hver klump i en plastikbøtte eller et glas. Hvis det blot er få timer, kan du putte geleen i plastposer. Men over længere tid opløser den plasten.

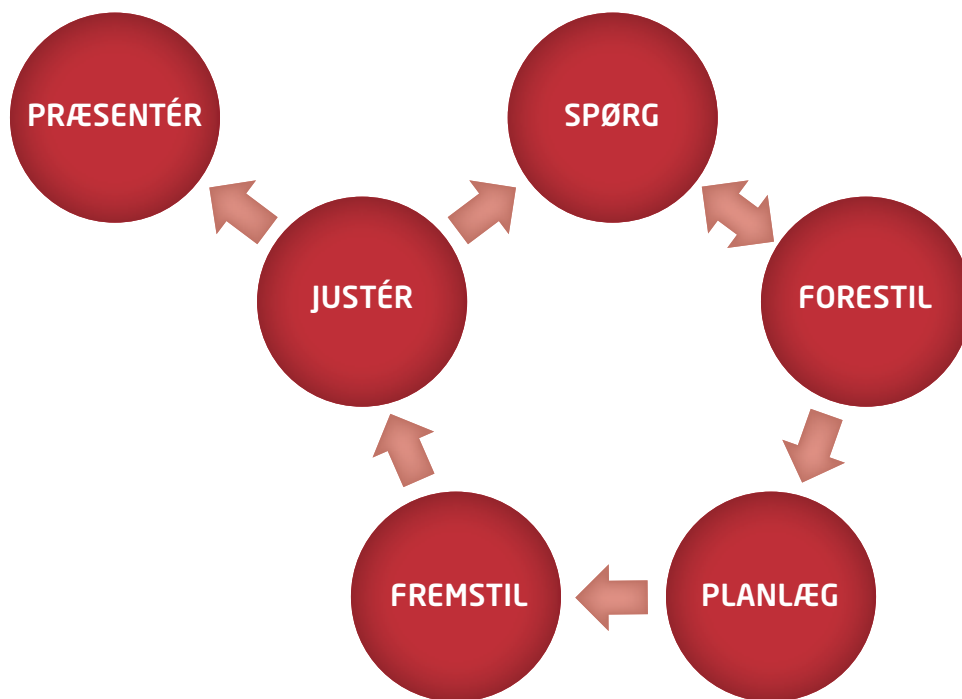




## INNOVATIONSOPGAVE: UDFØR OPGAVERN

Nu skal I i gang med innovationsopgaven. Richard Palmer opfandt et produkt med smart gele, der løste hans problem med dårligt beskyttelsesudstyr. Nu skal I nu opfinde jeres produkter.

I skal tage udgangspunkt i de smarte materialer. Og I skal løse opgaven ved hjælp af ingeniørens arbejdsmetode. Læg mærke til, at de første to trin har byttet plads i denne opgave.





## SPØRG

**2. Spørg: Hvad er problemet. Hvilken ide vælger vi?**

Nu skal I vælge en af ideerne fra trin 1, som I gerne vil arbejde videre med.

1. Diskuter jeres egne og de andre gruppers ideer til, hvad man kan bruge de smarte materialer til.
2. Vælg to ideer, som flere i gruppen eller hele gruppen gerne vil arbejde videre med. Skriv dem ned her:

---

---

---

---

3. Prøv at beskrive, hvilket problem hver ide kan hjælpe med at løse

*Eksempel:*

Hvilket smart materiale? Hukommelsesplastik, der husker sin form, når man varmer det op.

Hvilket problem vil vi løse: At bordtennisbolde let får bule, så man ikke kan bruge dem mere.

Hvilket produkt udvikler vi? Vi laver en bordtennisbold af hukommelsesplastik. Når bolden får en bule, hælder man varmt vand på, og så retter bolden sig ud igen.

**EKSEMPEL****Ide 1:**

Hvilket smart materiale? \_\_\_\_\_

Hvilket problem vil vi løse: \_\_\_\_\_

---

---

---

Hvilket produkt udvikler vi? \_\_\_\_\_

---

---

---

**Ide 2.**

Hvilket smart materiale? \_\_\_\_\_

Hvilket problem vil vi løse: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Hvilket produkt udvikler vi? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Vælg nu den ide, som I synes, er den bedste (sæt X i en af kasserne).

Fx den ide, der løser det vigtigste problem eller den ide, der er lettest at lave om til et produkt.

Ide 1  Ide 2



### 3. Planlæg og lav en model

Prøv nu at overveje, hvordan I kan lave jeres produkt.

1. Hvordan skal produktet fremstilles? Skal det fx bygges eller sys eller fremstilles på en fabrik?

---

---

---

---

2. Hvilke materialer skal I bruge til fremstillingen?

---

---

---

---

3. Prøv at tegne en model eller et billede af jeres produkt:



## JUSTÉR

## Præsenter og justér produktet

Da I ikke kan fremstille jeres produkt, kan I i stedet præsentere det for en anden gruppe.

Måske har den anden gruppe nogle ideer til, hvad I kan gøre anderledes. Det kan også være, de kan foreslå noget, som I måske har glemt at tænke på. Husk, at det gælder om at hjælpe jeres klassekammerater med at gøre deres produkt bedre.

1. Start med at bruge et par minutter til at genopfriske jeres ide og produkt, hvis det er et stykke tid siden, I sidst arbejdede med opgaven.
2. Beslut, hvem i gruppen der skal præsentere jeres produkt.
3. Find en gruppe at arbejde sammen med.
4. Vælg, hvilken gruppe der først skal præsentere sin ide.
5. Nu skal I og den anden gruppe efter tur præsentere jeres produkter.

Når I præsenterer jeres ide og jeres produkt:

- Forklar den anden gruppe jeres ide og jeres produkt.
- Forklar, hvilket problem jeres produkt løser.
- Vis jeres model.
- Fortæl også, hvis der fx er noget, I har svært ved at løse.

Når den anden grupper præsenterer deres ide og produkt, kan I fx snakke om:

- Hvilke smarte materialer skal det laves af?
- Hvordan virker produktet?
- Hvem skal bruge produktet?
- Er der noget, gruppen har svært ved at løse? Kan I hjælpe dem?
- Er der noget, som I tror, kan blive svært at få til at fungere?
- Kan I komme på forslag til at forbedre produktet? Fx gøre det billigere, smartere, nemmere at bruge eller mere holdbart.
- Husk at rose de ting, I synes, er gode ved produktet.

6. Efter præsentationerne, går I tilbage til hver jeres gruppe.
7. Prøv at justere jeres produkt ud fra de spørgsmål og kommentarer, som I fik fra den anden gruppe.
8. Det kan være, at I også skal tegne en ny model af jeres produkt.





## Præsentation i klassen

Som det sidste i denne øvelse, skal I præsentere jeres produkt for hele klassen.

### 1. Forbered jeres præsentation.

Hvis der er tid, kan I fx lave jeres model på en computer eller tage et billede af den, så den kan blive vist på tavlen.

### 2. Fordel de forskellige dele af præsentationen, så alle i gruppen får lov til at sige noget.

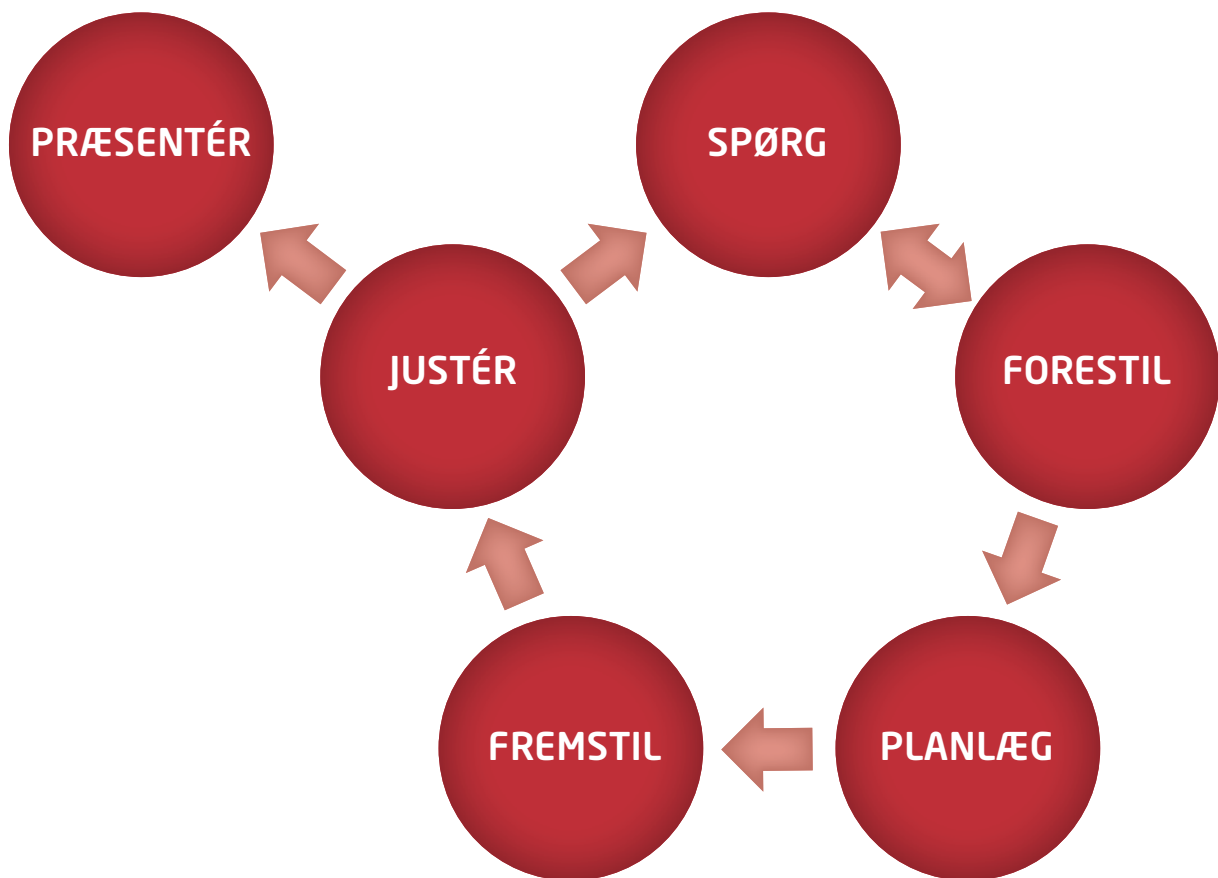


## INNOVATIONSOPGAVE: UDFØR OPGAVERN

Nu skal I i gang med innovationsopgaven. Richard Palmer opfandt et produkt med smart gele, der løste hans problem med dårligt beskyttelsesudstyr. Nu skal I nu opfinde jeres produkter.

I skal tage udgangspunkt i de smarte materialer. I skal løse opgaven ved hjælp af ingeniørens arbejdsmetode.

Læg mærke til, at de første to trin har byttet plads i denne opgave.



## FORESTIL

## 1. Forestil: Hvad kan de smarte materialer anvendes til?

I skal nu gentage kreativtøvelsen, som I lige har lavet. Men denne gang med de smarte materialer.

*Formålet med denne øvelse er, at klassen i fællesskab genererer ideer til anvendelsen af materialerne, fremfor at de enkelte grupper sidder med det hver for sig.*

1. Kig på arket med billeder af de smarte materialer.
2. Prøv at finde på ideer til, hvad de smarte materialer også kan bruges til.  
Alle ideer tæller. I denne øvelse skal I være kreative, ikke kritiske.  
Derfor behøver I ikke diskutere, om en ide kan lade sig gøre. Det skal I i næste trin.

Grupperne får 10 minutter til at komme på alle de anvendelser, de kan finde på.

Ideerne må gerne være til anvendelser/produkter, der kombinerer flere af de smarte materialer. Fx et produkt der både skifter farve og form, når det varmes op.

I lærerpræsentationen kan du finde en side med billeder af alle de smarte materialer og deres reaktioner. Desuden er der en side med eksempler på anvendelser af materialerne. Den kan du vise eleverne som inspiration, hvis de har svært ved selv at få ideer til anvendelser.

Ved afprøvningen af forløbet blandt en 5. klasse, kunne eleverne sagtens selv komme med ideer. Vær også opmærksom på, at ved at vise elever eksempler på anvendelser kan elevernes egne ideer til produkter komme til at ligne eksemplerne.

3. Skriv jeres ideer ned undervejs.
4. Nu skal I dele jeres ideer til anvendelse af de smarte materialer med resten af klassen.
5. Hvis I hører nogle gode ideer fra de andre grupper, så skriv dem ned. I må gerne vælge at arbejde videre med en anden gruppes ide.  
Ideer I vil arbejde videre med:

*Hver gruppe vælger efterfølgende en ide, som de vil arbejde videre med. De kan både vælge en ide fra deres egen gruppe eller en ide som en af de andre grupper kom på. Derfor er det vigtigt, at de under 'sige højt'-runden hører godt efter og evt. skriver de ideer ned, som de kunne tænke sig at arbejde videre med. Flere grupper må gerne vælge samme ide.*



**2. Spørg: Hvad er problemet. Hvilken ide vælger vi?**

Nu skal I vælge en af ideerne fra trin 1, som I gerne vil arbejde videre med

1. Diskuter jeres egne og de andre gruppers ideer om, hvad man kan bruge de smarte materialer til.
2. Vælg to ideer, som flere i gruppen eller hele gruppen gerne vil arbejde videre med. Skriv dem ned her:

---



---



---



---

3. Prøv at beskrive, hvilket problem hver ide kan hjælpe med at løse

*Eksempel:*

Hvilket smart materiale? Hukommelsesplastik, der husker sin form, når man varmer det op.

Hvilket problem vil vi løse: At bordtennisbolde let får buler, så man ikke kan bruge dem mere.

Hvilket produkt udvikler vi? Vi laver en bordtennisbold af hukommelsesplastik. Når bolden få en bule, hælder man varmt vand på, og så retter bolden sig ud igen.



Ide 1:

Hvilket smart materiale? \_\_\_\_\_

Hvilket problem vil vi løse: \_\_\_\_\_

---



---



---

Hvilket produkt udvikler vi? \_\_\_\_\_

---



---



---

Ide 2:

Hvilket smart materiale? \_\_\_\_\_

Hvilket problem vil vi løse: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Hvilket produkt udvikler vi? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Vælg nu den ide som I synes er den bedste (sæt X).

Fx den ide, der løser det vigtigste problem eller den ide, der er lettest at lave om til et produkt.

Ide 1       Ide 2



### 3. Planlæg og lav en model

Prøv at overveje, hvordan I kan lave jeres produkt.

1. Hvordan skal produktet fremstilles? Skal det fx bygges eller sys eller fremstilles på en fabrik?

---

---

---

---

2. Hvilke materialer skal I bruge til fremstillingen?

---

---

---

---

3. Prøv at tegne en model eller et billede af jeres produkt:





## JUSTÉR

## Præsenter og justér produktet

Da I ikke kan fremstille jeres produkt, kan I i stedet præsentere det for en anden gruppe.

Måske har den anden gruppe nogle ideer til, hvad I kan gøre anderledes. Det kan også være, de kan foreslå noget, som I måske har glemt at tænke på. Husk, at det gælder om at hjælpe jeres klassekammerater med at gøre deres produkt bedre.

- *Det kan være en god ide at snakke med eleverne om, hvordan man giver konstruktiv kritik, hvis ikke de har prøvet det før.*
- *Mind eleverne om, at formålet med øvelsen er, at grupperne hjælper hinanden til at gøre deres produkter bedre. Ikke at konkurrere eller at bevise, at nogens ideer er bedre end andres.*
- *Opstil evt. nogle retningslinjer for eleverne, fx at de skal starte med at sige mindst to positive ting om den anden gruppes produkt.*
- *Giv dem evt. nogle sætningsstartere, dvs. nogle formuleringer til at stille åbne, neutrale spørgsmål, fx "har I tænkt på at...", "hvad hvis I ændrede..."*
- *Hvis du vil sikre dig, at alle i grupperne deltager, kan du give eleverne forskellige roller, en præsentere, en stiller spørgsmål, en anden skriver feedback ned, en opsummerer, en tegner den nye/justerede model, osv.*

1. Start med at bruge et par minutter til at genopfriske jeres ide og produkt, hvis det er et stykke tid siden, I sidst arbejdede med opgaven.
2. Beslut, hvem i gruppen der skal præsentere jeres produkt.
3. Find en gruppe at arbejde sammen med.
4. Vælg, hvilken gruppe der først skal præsentere sin ide.
5. Nu skal I og den anden gruppe efter tur præsentere jeres produkter.

Når I præsenterer jeres ide og jeres produkt:

- Forklar den anden gruppe jeres ide og jeres produkt.
- Forklar, hvilket problem jeres produkt løser.
- Vis jeres model og fortæl også, hvis der fx er noget, I har svært ved at løse.

Når den anden gruppe præsenterer deres ide og produkt, kan I fx snakke om:

- Hvilke smarte materialer skal det laves af?
- Hvordan virker produktet?
- Hvem skal bruge produktet?
- Er der noget, gruppen har svært ved at løse? Kan I hjælpe dem?
- Er der noget, som I tror, kan blive svært at få til at fungere?
- Kan I komme på forslag til at forbedre produktet? Fx gøre det billigere, smartere, nemmere at bruge eller mere holdbart.
- Husk at rose de ting, I synes, er gode ved produktet.



6. Efter præsentationerne, går I tilbage til hver jeres gruppe.
7. Prøv at justere jeres produkt ud fra de spørgsmål og kommentarer, som I fik fra den anden gruppe.
8. Det kan være, at I også skal tegne en ny model af jeres produkt.

## PRÆSENTÉR

## Præsentation i klassen

Som det sidste i denne øvelse, skal I præsentere jeres produkt for hele klassen.

## 1. Forbered jeres præsentation.

Hvis der er tid, kan I fx lave jeres model på en computer eller tage et billede af den, så den kan blive vist på tavlen.

## 2. Fordel de forskellige dele af præsentationen, så alle i gruppen får lov til at sige noget.

*Hvis du vil sikre dig, at alle i grupperne deltager, kan du også her give eleverne forskellige roller:*

- En elev præsenterer gruppens oprindelige ide.
- Næste elev forklarer, hvilket problem deres ide kan løse.
- Næste elev forklarer, hvilket produkt gruppen har lavet (i teorien) og hvorfor.
- Næste elev præsenterer deres model.
- Sidste elev forklarer, hvad gruppen justerede efter deres snak med den anden gruppe og hvorfor.

*Hvis der er tid, kan resten af klassen stille spørgsmål til hver gruppes præsentation. I så fald kan det være en god ide at minde eleverne om forberedelserne fra trin 5:*

- Tal om, hvordan man giver konstruktiv kritik, hvis ikke de har prøvet det før.
- Mind eleverne om, at formålet med præsentationerne er, at grupperne hjælper hinanden til at gøre deres produkter bedre. Ikke at konkurrere eller at bevise at nogens produkter er bedre end andres.
- Opstil evt. nogle retningslinjer for eleverne, fx at de skal starte med at sige mindst 1-2 positive ting om den anden gruppes produkt.
- Giv dem evt. også nogle sætningsstartere, dvs. nogle formuleringer til at stille åbne, neutrale spørgsmål, fx ”har I tænkt på at...”, ”hvad hvis I ændrede...”

## Afrunding

- Var opgaven svær?
- Kan de forskellige grupper komme på noget, de ville have gjort anderledes?
- Snak med klassen om innovationsopgaven og ingeniørens arbejdsmetode.
- Hvorfor mon ingeniører arbejder sådan?

*Som I allerede har oplevet, kan ingeniørens arbejdsmetode være forskellig fra problem til problem. I denne opgave var de to første trin fx blandet sammen, fordi eleverne allerede fra starten vidste, at de skulle tage udgangspunkt i de smarte materialer. Det er slet ikke ualmindeligt.*

*Det kan sagtens ske, at udvalget af materialer er begrænsede, eller at der er andre begrænsninger, fx tid eller penge. Ofte vil processen heller ikke kun være en gang rundt i cyklussen, men måske flere hop frem og tilbage mellem nogle trin, og den vil heller ikke nødvendigvis starte ved trin 1. Alligevel kan det for læringens skyld være nyttigt at se ingeniørens arbejdsmetode som en række på hinanden følgende trin, som ingeniører bruger til at løse problemer.<sup>1</sup>*

- Arbejder ingeniører alene eller hvem kunne ellers være med i sådan en udviklingsproces?

*Det er ikke usædvanligt, at ingeniørerne kun er involverede i nogle af trinene i arbejdsmetoden. Derefter tager andre faggrupper over, fx arkitekter, designere, specialister i materialekendskab, projektledere, faggrupper der kan planlægge afprøvningen eller økonomien.*

<sup>1</sup> Læs mere om ingeniørers arbejdsmetode i lærervejledningen.

**Hydrogel**



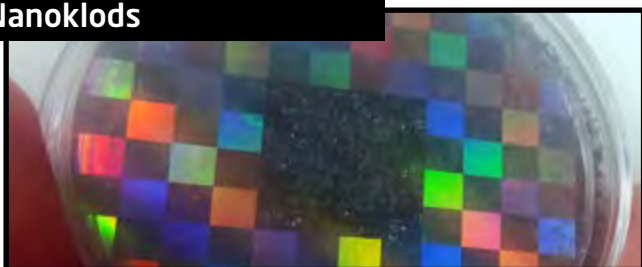
Kan absorbere vand mange gange dens egen vægt.

**Reflekterende film**



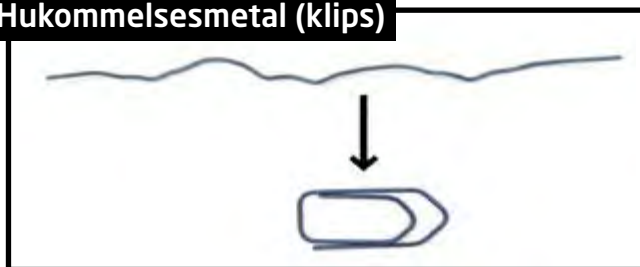
Skifter farve afhængig af, hvordan lyset rammer.

**Nanoklods**



Skifter farve afhængig af, hvordan lyset rammer.

**Hukommelsesmetal (klips)**



Får sin oprindelige form tilbage ved høj temperatur.

**Hukommelsesplastik**



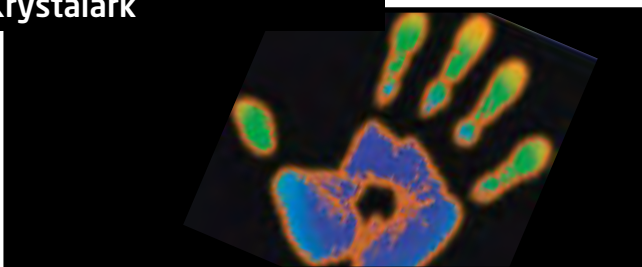
Får sin oprindelige form ved høj temperatur.

**Babyske**



Skifter farve ved høj temperatur.

**Krystalark**



Skifter farve med stigende temperatur.

**Papir**



Skifter farve med stigende temperatur.

**UV-perler**



Skifter farve, når de rammes af UV-stråling.

**Envejsstof**



Transporterer kun væske én vej gennem stoffet.