

## Undersøgelser og Opfindelser

**Opfindelser** — I Kontrakten kan elevernes firmaer lave opfindelser, som har den effekt i spilverdenen, at nye teknologier bliver introduceret og nye forbedringer mulige at bygge. Man kan kun opfinde en teknologi én gang, så derfor kan hver opfindelse kun gennemføres af én gruppe.

**Undersøgelser** — Undersøgelserne er derimod en kvalifikation som alle grupper skal igennem, hvis de vil bygge de forbedringer som er opfundne og som kvalifikationerne giver adgang til. Et firma kan ikke bygge en forbedring, uden først at undersøge forholdene på skolen og derigennem have sat sig ind i den vigtigste viden i relation dertil.

**Forbedringer** som **Opfindelsen** udløser og **Undersøgelsen** kvalificerer til

<b>Opfindelse</b>  <b>Ventilation</b>  <b>Ventilation</b> <b>Undersøgelse</b>	Ventilation med mekanisk udsugning 		<b>Symbolforklaring:</b> forbedrings-effekt indenfor disse fire områder  = Giver besparelse på el  = Giver besparelse på varme  = Giver grønne point  = Giver velværepont
	Ventilation med varmegenvinding   		
	Ventilation med varmegenvinding og behovsstyring   		

Eksemplet her viser, at Opfindelsen ventilation introducerer disse tre forbedringer, som hver især har effekt indenfor de områder ikonerne viser. Eksemplet viser også, at Undersøgelsen ventilation skal gennemføres, før man kan bygge forbedringerne som opfindelsen gjorde mulige.

### Udprintning før spillet:

Kontrakten gør det muligt for eleverne at printe undersøgelser og opfindelser, hvis de har printadgang fra deres computere under spillet. Man kan også printe alle undersøgelser og opfindelser ud før spillets start, men så skal man huske at der kun skal være **én kopi af hver opfindelse** (da kun én gruppe/firma kan lave hver opfindelse) hvorimod der skal være **fire kopier af hver undersøgelse** (da hver gruppe/firma kan lave hver enkelt undersøgelse).

**Opfindelser: s. 2 — 26**



**Undersøgelser: s. 27 — 43**





# Opfindelse: Vindenergi

Kontrakten - Energien på Spil



Vind er bevægelsesenergi skabt af forskelle i tryk mellem forskellige områder. Hvis der er et højere lufttryk et sted, vil luften blive presset hen imod et sted med lavere tryk. Det er samme effekt, som du kan se ved at puste en ballon op og slippe luften ud igen – alle gasser vil udligne trykforskelle ved at flytte sig indtil der er lige stort tryk.

Ved at opsætte en vindmølle kan denne bevægelsesenergi udnyttes til at lave elektrisk energi. Fordelene ved dette er, at vinden er en energikilde der ikke lige holder op, da den er styret af solen, men ulempen er at der ikke er lige meget vind hele tiden. Derfor er det nødvendigt at kombinere vindmøllestrømmen med strøm produceret på andre måder — men en stor del af elforbruget kan erstattes med vindkraft.

## **Forsøg:**

I skal bruge en computer og denne hjemmeside: <http://www.windpower.org/da/kids/assign/index.htm>

Lær hvordan en vindmølle fungerer ved at lave de 4 opgaver i linksne under 'Vindmøllesimulator'

- 'Hvornår og hvor hurtigt?'
- 'Vindhastighed og elproduktion'
- 'Navhøjde og elproduktion'

Under 'Komplet vindmøllesimulator' skal I gøre følgende

- Byg to møller i et område der svarer til der, hvor jeres skole ligger (ruhedsklasse)
- Den ene skal have så stor produktion som muligt
- Den anden skal dække skolens elforbrug, men være så lille som muligt
- Notér for dem begge, hvad deres årlige elproduktion ville være, ved en gennemsnitsvindstyrke på 8 m/s (gennemsnitshastighed for Danmark). For at finde årsproduktionen af el, skal I gange det antal kW skalaen i højre side af billedet viser, med antal timer i døgnet og antal dage på et år [ $\text{kW} \times 24 \times 365 = \text{årlig produktion i kWh}$ ]
- Sammenlign med skolens elforbrug — kan møllen dække det? Skolens elforbrug skal være det oprindelige, som I finder i spillet, ved at klikke på jeres firmanavn under 'Stillingen'.

Lav jeres eget vindmøllelaug:

1. Hvilke gode argumenter har I for at bygge netop jeres mølle?
2. Hvordan ville I overbevise andre, f.eks. andre skoler, om at købe andele i en vindmølle?
3. Hvor mange almindelige husstande og skoler på jeres egen skoles størrelse (størrelse = energiforbrug) kunne jeres mølle levere energi til? (En almindelig husstand bruger ca. 5000 kWh om året).

Hvor en mølle står, er ikke så vigtigt, da el-nettet jo dækker hele landet.

1. Ville jeres mølle stå bedre et andet sted end ved skolen?
2. Generer møllen nogen, og kunne den producere mere el, hvis den stod et andet sted?
3. Hvis I bor i en større by, så overvej om der f.eks. er et lavvandet område i nærheden eller et andet med en lav ruhedsklasse.

Præsenter jeres vindmøllelaug for læreren for godkendelse af planerne for laug.

## **Hvad er et vindmøllelaug?**

En vindmølle er meget dyr og producerer meget strøm, så for det meste bygges vindmøller af foreninger af brugere eller af energiselskaber med mange kunder. Foreningerne kaldes 'vindmøllelaug' og fungerer ved at man sammen investerer i at bygge møllen, ved at sælge andele af den færdige mølles produktion, til medlemmerne af foreningen. Man deler udgiften og fortjenesten.



# Opfindelse: Ventilation

Kontrakten - Energien på Spil



Et ventilationsanlæg har til formål at udskifte luften i et rum. Ideen er at sikre, at der er ilt nok og at udåndingsluften fra dem der opholder sig i rummet, og som bl.a. indeholder CO<sub>2</sub>, bliver suget ud.

Men: Når luften udskiftes, trækkes der også en del varme ud og det skaber et højere varmeforbrug. Ved at bruge et ventilationsanlæg med varmegenvinding bliver varmen indefra automatisk afleveret til den kolde luft udefra.

## **Udstyr:**

- Køkkenrulle-rulle
- Aluminiumsfolie (sølvpapir)
- Tape
- Hårtørrer

## **Forsøg:**

I skal opfinde et varmegenvindingsanlæg. Forsøget giver første del af løsningen, og den anden del skal I selv udvikle – på papir.

Selve forsøget går ud på at opleve, hvordan varme fra luft kan opfanges. Bagefter skal I — ud fra det I erfarer i forsøget — tegne hvordan et anlæg, der opvarmer luften udefra med varmen fra luften indefra, kan fungere.

- Brug en hårtørrer til at illustrere den varme luft der suges ud inde fra skolen. Rul 1 lag aluminiumsfolie rundt om mundstykket som et rør, der lader den varme luft fra hårtørreren komme igennem. Brug tape til at klistre aluminiumsfolien fast med. Læg mærke til at aluminiumsfolie har en blank og en mat side. Den blanke afviser varme og skal derfor vende mod jer — den matte side, der opsuger varme, skal vende mod den varme luftstrøm.
- Vælg den laveste varmeindstilling.
- Mærk hvordan sølvpapiret optager varmen fra hårtørrerens luftstrøm og stråler varmen ud igen, ved at holde hånden over sølvpapir-røret. Sølvpapiret er her en varmeveksler – altså en der udveksler varme.

## **Tegn et ventilationsanlæg med varmegenvinding**

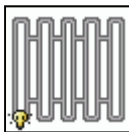
Brug jeres viden fra forsøget til at lave en tegning af et ventilationsanlæg med varmegenvinding. Den varme luft indefra skal aflevere varmen til den kolde luft udefra. Tegningen skal være af en kasse hvor varmegenvindingsanlægget befinder sig. Vis placeringen af: 1) Indsugning, 2) udsugning, 3) ventilator og 4) varmeveksler (ligesom sølvpapiret). Tegn rørforbindelserne mellem de forskellige ting inde i kassen og vis hvordan luftstrømmene og varmen fra indeluften skal bevæge sig, hvis den skal afgives til udeluften.

Lav en perspektivtegning af et klasseværelse og vis, hvor I ville placere udsugningen af luft indefra og indblæsning af ny luft udefra.



# Opfindelse: Varmekilder

Kontrakten - Energien på Spil



Når man skal opvarme et rum skal man bruge en varmekilde. Varmen skal afleveres fra varmeanlægget til rummet af en varmeveksler – f.eks. en radiator. Vandet i radiatoren opvarmes af en varmekilde som kan være et fyr, elektricitet eller fjernvarme. Man kan også brug direkte opvarmning med f.eks. en brændeovn. Fordelen ved at placere varmekilden i et andet rum end det man opholder sig i er, at man slipper for støv og partikler fra brændeovne, men man taber en del af varmen på vej fra varmekilden til rummet.

I skal arbejde med hvordan forskellige varmekilder fungerer.

## Forsøg 1—energiindhold i forskellige brændsler:

I skal sammenligne en mængde varme fra forskellige varmekilder:

- Lampeolie (skal forestille at være olie)
- Gas (fra bundsenbrænder – er faktisk ofte naturgas)
- Træbrændsel (f.eks. savsmuld eller små træstykker)

Under forsøget skal I registrere miljøfaktorer som f.eks.:

- Er der nogen synlig røg, lugt eller andre gener fra forbrændingen.
- Er der sod på glasset efter opvarmningen?
- En anden miljøfaktor I skal vurdere, er hvorvidt en given varmekilde skaber ekstra CO<sub>2</sub> eller om den er CO<sub>2</sub> neutral. Ved afbrænding af olie, kul og gas skabes der ekstra CO<sub>2</sub>, mens der ved afbrænding af plantebrændsel frigøres en mængde CO<sub>2</sub> svarende til den mængde som f.eks. træet har optaget mens det er vokset. Derfor regnes træbrændsel som CO<sub>2</sub>-neutralt.

OBS: Der skal bruges stinkskaab eller punktsug til øvelsen!

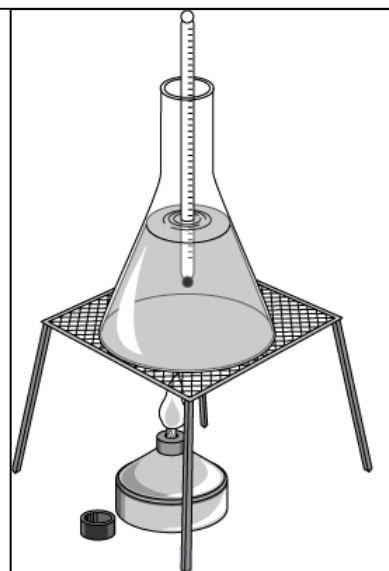
### **Undersøg tre brændsler:**

Hæld **lampeolie** i spritbrænderen og find ud af hvor lang tid lampeolien skal bruge for at opvarme vandet fra 20 – 40 °C.

Skift vand og gentag nu forsøget med **træbrændsel** – f.eks. tændstikker uden svovl som er knækket i små stykker. Læg dem i en lille forbrændingsskål og tænd dem med f.eks. bunsenbrænder eller tændstikker. Hvis der skal bruges mere træbrændsel undervejs skal I komme mere på. Sørg for at ilden ikke går ud under forsøget.

Gentag forsøget med en ny portion vand og brug i stedet en **bunsenbrænder** som varmekilde. Nedskriv tiden gassen skal bruge til at opvarme vandet fra 20 – 40 °C. Registrer igen miljøfaktorer.

**Forsøget fortsætter på næste side.**



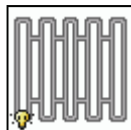
### **Dette skal I bruge:**

Spritbrænder med væge  
Lampeolie  
Savsmuld/tændstikker  
Forsøgsstativ  
Holder til varme ting  
Bunsenbrænder  
Porcelænsskål til forbrænding  
Reagensglas til vandet  
Termometer  
Prop med hul i  
Stinkskaab/Punktsug! (røg/lugt)



# Opfindelse: Varmekilder

Kontrakten - Energien på Spil



## Forsøg 2: miljøpåvirkning fra forskellige brændsler

Brug forsøgsopstillingen for forrige side med et forsøgsstativ og placer nu en glasplade i en holder til reagensglas over det brændbare materiale. Placer opstillingen i et stinkskab eller under punktsug – det lugter og ryger!

Fyld lampeolie i spritbrænderen. Placer den under opstillingen med glaspladen OBS: i max. 1 min.—ellers sprænger glasset!

Beskriv forbrændingen – ryger det, brænder det hurtigt/langsomt, er glaspladen sodet– meget eller lidt?

Gentag nu forsøget med træbrændsel i en porcelænsskål. Tænd det med bunsenbrænder og sæt det under en reagensglasset. Prøv til sidst med bunsenbrænderen alene og sammenlign nu alle brændslerne.

## Resultater—notér jeres observationer her:

Før I anbefaler et brændsel, skal I vurdere de tre brændsler på:

- Hvordan brændslet brænder
- Hvor nemt det antændes
- Om der er synlig røg, lugt eller andre gener fra forbrændingen
- Hvor hurtigt det varmede vandet op fra 20 – 40 °C
- Hvor meget sod det efterlader og om der er rester/aske tilbage.

Lampeolie svarer til et oliefyr – sammenfat resultaterne af de 2 forsøg

---

---

Træbrændsel svarer til biomasse – sammenfat resultaterne af de 2 forsøg

---

---

Bunsenbrænder svarer til gasfyr – sammenfat resultaterne af de 2 forsøg

---

---

Hvilken type brændsel vil I anbefale af de 3 forskellige brændselstyper?

---

Brændslerne er alle almindelige i varmekilder i hjem og institutioner over hele landet. Fjernvarme er også meget almindelige, men det kommer fra et anlæg, ofte et elværk, der har overskudsvarme og sælger den til f.eks. Skoler, der er tilsluttet fjernvarme-rørsystemet. Anlæggene er drevet af afbrænding af kul, olie, gas eller affald.



## Opfindelse: Uddannelse

Kontrakten - Energien på Spil



*Energiforbruget stiger en lille smule hvert år – uafhængigt af om det er et koldt eller varmt år. Dette tal er meget afhængigt af brugernes vaner og selv mindre ændringer i folks vaner kan skabe store forandringer i forbruget. Hvis man kan få lærere og elever på jeres skole til at ændre nogle få vaner kan det føre til store besparelser.*

### **Udstyr**

#### **Folderne:**

”Hvorfor betale for ingenting?” og

”Sådan sparer du penge med dit SparOmeter”

**SparOmeter** fra den lokale Energitjeneste

### **Forsøg:**

Find stikord i folderne om hvad standby-strøm er, og hvordan man finder ud af, hvor meget energi et apparat bruger.

Undersøg evt. ved hjælp af et SparOmeter nogle almindelige apparater. Beskrivelse af hvordan SparOmeteret fungerer findes efter denne vejledning.

Lav en plakat, der kan få eleverne på skolen til at spare energi – både el og varme.

- Find på 5 gode spareråd. Sparerådene skal stå på plakaten og I kan bruge jeres viden fra de andre undersøgelser og opfindelser i spillet, samt det der står i folderne, som inspiration. Gå ud fra om I selv finder dem relevante og får lyst til at følge dem. Beslut om jeres plakat henvender sig til elever, lærere eller begge målgrupper?
- Find på et fængende slogan. Provokerende? Sjovt? Et ordspil? Slang?

Plakaten kan laves på en computer. Print mindst 5 plakater og hæng dem op i klasselokalet og andre steder på skolen.

### **Forsøgsobservationer:**

Hvilket af de fem spareråd er det bedste? Får I selv lyst til at følge det? Hvorfor?

Gælder sparerådene også derhjemme? Kan jeres plakat få jeres forældre til at følge rådene?

Hvor er det bedst at hænge plakater op?

# Sluk på stikkontakten



# Så meget koster dine apparater på standby



# Hvorfor betale for ingenting?

## Bruger du også strøm på ingenting?

Standbyforbrug er den strøm, som tv, video, dvd, hi-fi, pc'er og mange andre elapparater i hjemmet bruger, når de er i standbyfunktion. Man kan sige, apparaterne bruger strøm uden at blive anvendt. Standbystrøm er altså nødvendig strøm – og spild af penge.

## Sluk!

### Og spar ca. 10 % på din elregning

I Danmark udgør standbyforbrug ca. 10 % af det samlede elforbrug i private hjem. Det svarer for en husstand til ca. 500-700 kr. om året. En husstand har i gennemsnit syv apparater på standby – men en familie med børn ligger typisk over gennemsnittet, og så kan udgiften til standbyforbrug være langt større. Fx kan alene computerudstyret i teenageværelset nemt bruge standbystrøm for mere end 300 kr. om året.

De største strømslugere er tv, video, hi-fi, dvd, parabolmodtagere, pc'er, printere og telefaks. Disse apparater står tilsammen for mere end 85 % af det totale standbyforbrug i boligen. Men der er også andre apparater på standby. Tænk blot på alle de opladere af forskellig art, du har i hjemmet. Eller på vaske-, opvaske- og kaffemaskine med display. Sluk for dem, når de ikke anvendes.

### Sådan finder du synderen

Et apparat på standby kan kendes på en lille lysende rød eller grøn standbyperle på fronten af apparatet. Men du kan også kende apparaterne på, at de afgiver varme, når de er på standby – det gælder fx transformere til halogenbelysning. Er apparatet varmt, bruger det strøm!

## Hvad kan du gøre?

### Sluk på stikkontakten

Den allernemmeste måde at spare på er at slukke på stikkontakten eller tage stikket ud, når apparaterne ikke anvendes.

Vær dog opmærksom på, at nogle videoer og dvd'er kan miste indstillingerne, hvis de slukkes i længere tid. Læs brugsanvisningen, eller spørg dér, hvor apparatet er købt, hvis du vil være helt sikker.

### Hold især øje med de gamle apparater

Vær opmærksom på, at gamle apparater typisk bruger mere strøm på standby end nye. Fx bruger et tv af ældre dato tre gange så meget strøm på standby som et nyt tv.

### Gå efter energipilen

Når du skal købe nye apparater, bør du vælge apparater mærket med energipilen, som er din garanti for, at apparatet opfylder de internationale krav for standbyforbrug. Fx må nye energipilmærkede tv-apparater højst bruge standbystrøm for ca. 15 kr. årligt. Mærkning med energipilen omfatter foreløbig tv, video, dvd, hi-fi-anlæg og pc-udstyr.

## Vil du vide endnu mere?

Kontakt dit lokale elselskabs energirådgivning, eller gå ind på deres hjemmeside. Der kan du få flere informationer om standbyforbrug og elforbrug generelt. Du kan også låne et sparometer (elmåler), så du kan måle, hvor mange penge dine apparater bruger på standby.

## Arbejdsværelse

	Nyt apparat kr./år	Gennemsnit* kr./år
Pc	18	41
Pc, bærbar	5	8
Skærm, 17"	38	57
Fladskærm	13	33
Printer, inkjet	7	8
Printer, lille laser	131	164
Scanner	66	66
Telefax	98	131
Højttalere	23	25
Router	56	56
Eksternt modem til pc	41	41
Modem/ADSL	82	82
Halogenlampe (bordmodel)	16	66
Oplader til mobiltelefon	15	33

## Stue

	Nyt apparat kr./år	Gennemsnit* kr./år
Tv	28	82
Tv bredformat	13	82
Video	49	90
Dvd	20	33
Hi-fi	31	85
Parabolmodtager	59	82
Antenneforstærker	30	49
Selecter	177	197
3 stk. halogenlamper (gulvmodel)	49	197

## Teenageværelse

	Nyt apparat kr./år	Gennemsnit* kr./år
Videospillkonsol	15	15
Ghettoblaster	20	23
Pc, skærm, printer, scanner, højttalere, modem	292	369
Tv/hi-fi/video/dvd	79	200
Oplader til mobiltelefon	15	33
Halogenlampe (bordmodel)	16	66

## Køkken

	Nyt apparat kr./år	Gennemsnit* kr./år
Mikroovn	33	41
Ovn m. display (elbageovn)	57	–
Elkogeplader (ur)	25	–
Induktionskogeplader (ur og indikatorer)	90	–
Kaffemaskine m. display	16	2
Opvaskemaskine m. display	25	–
Emhætte inkl. lys	16	66
Radio	21	28
Halogenlampe (loftlys)**	16	66

## Bryggers/værksted

	Nyt apparat kr./år	Gennemsnit* kr./år
Ministøvsuger/oplader	8	16
Boremaskine/oplader	131	164
Vaskemaskine m. display	87	–
Tørretumbler m. display	44	–
Bevægelsesføler	2	49
Tænd/sluk-ur	25	33

## Soveværelse

	Nyt apparat kr./år	Gennemsnit* kr./år
Halogenlampe (loftlys)**	16	66
Elevationsseng	82	–
Tv	28	82

## Badeværelse

	Nyt apparat kr./år	Gennemsnit* kr./år
Hårtrimmer/oplader	8	30
Halogenlamper (loftlys)**	49	197
Elektrisk tandbørste (oplader)	21	25

Alle beløb er udregnet ud fra en elpris på 1,64 kr. pr. kWh.  
\* De angivne beløb viser gennemsnitsstandbyforbruget for de pågældende apparater.  
\*\* Beløbet angiver standbyforbruget pr. transformator.



# Apparater på standby bruger penge på ingenting!



## Arbejdsværelse

Eksternt modem 41 kr./år

Modem/ADSL 82 kr./år

Router 56 kr./år

Laserprinter 164 kr./år

Telefax 131 kr./år

Scanner 66 kr./år

Mobiloplader 33 kr./år

Halogen 66 kr./år

Fladskærm 33 kr./år

17" skærm 57 kr./år

Højttalere 25 kr./år

Pc 41 kr./år

De angivne beløb viser gennemsnitsstandbyforbruget for de pågældende apparater. Se listen på bagsiden for mere information.

Eksempel på standbyforbrug for arbejdsværelse, i alt: **500 kr./år**

Dette symbol betyder, at det pågældende apparat bruger særlig meget strøm på standby.

## Stue

Hi-fi 85 kr./år

Video 90 kr./år

Dvd 33 kr./år

Parabolmodtager 82 kr./år

Selector 197 kr./år

Tv 82 kr./år

Bredformat tv 82 kr./år

Antenneforstærker 49 kr./år

Halogen 197 kr./år

Eksempel på standbyforbrug for stue, i alt: **388 kr./år**

## Teenageværelse

Mobiloplader 33 kr./år

Pc 41 kr./år

17" skærm 57 kr./år

Ghettoblaster 23 kr./år

Halogen 66 kr./år

Tv 82 kr./år

Videospilkonsol 15 kr./år

Dvd 33 kr./år

Eksempel på standbyforbrug for teenageværelse, i alt: **555 kr./år**

## Køkken/bryggers

Mikroovn 41 kr./år

Radio 28 kr./år

Hårtrimmer 30 kr./år

Boremaskineoplader 164 kr./år

Emhætte 66 kr./år

Mini-støvsuger 16 kr./år

Kaffemaskine m. display 2 kr./år

Eksempel på standbyforbrug for køkken/bryggers, i alt: **317 kr./år**



# Tjek dit eget forbrug!

# Hvorfor betale for ingenting?

## Hvad kan du gøre?

## [www.sluknu.dk](http://www.sluknu.dk)

### Genveje til et mindre standbyforbrug

- Sluk på stikkontakten for de apparater, som ikke anvendes.
- Indstil pc og skærm, så de går i dvalefunktion (sleep mode) efter fx 10 minutter.
- Brug stikdåser med vippeafbryder, og sluk på vippeafbryderen. Derved slukkes samtidig for alle de apparater, der er tilsluttet stikdåsen.
- Brug elspareskinne til tv. Den slukker automatisk alt udstyr i skinnen, når tv'et slukkes med fjernbetjeningen. Det gælder fx dvd, spillekonsol og tv-belysning.
- Brug elspareskinne til pc. Alt udstyr, der er tilsluttet skinnen afbrydes, når computeren afbrydes. Det gælder fx skærm, printer, modem og router.
- Mål dit standbyforbrug – lån en elmåler hos dit elselskab.
- Spørg efter apparater med lavt standbyforbrug, når du skal købe nyt.
- Se mere på [www.sluknu.dk](http://www.sluknu.dk).

### Tjek dit eget standbyforbrug!

- Klik ind på [www.sluknu.dk](http://www.sluknu.dk), og få et skøn over dit eget standbyforbrug. Her kan du se, hvad de enkelte apparater i hjemmet typisk bruger årligt på standby.
- Kontakt dit lokale elselskabs energirådgivning, eller gå ind på deres hjemmeside og få yderligere råd om standbyforbrug.
- Lån en elmåler hos dit elselskab. Med den kan du præcist måle, hvor mange penge dine apparater bruger på standby.

**EL**  
SELSKABERNE  
I DANMARK

**EL**  
SELSKABERNE  
I DANMARK

## Apparater på **standby** bruger penge på **ingenting!**

# Sluk på stikkontakten

## Myter & fakta om standbyforbrug



### Bruger du også penge på ingenting?

Standbyforbrug er den energi, som tv, video, dvd, hi-fi, pc'er og mange andre apparater bruger, når de er "slukkede", men står klar til at blive tændt. Man kan sige, apparaterne bruger elektricitet uden at blive anvendt. Standbyforbrug er altså unødvendigt – og spild af penge.



**Sluk! Og spar 10 %**

### Sluk! Og spar ca. 10 % på din elregning

I Danmark udgør standbyforbruget ca. 10 % af det samlede elforbrug i private hjem. Det svarer til 500-700 kr. om året pr. bolig. En bolig har 10-15 apparater på standby. Dog har familier med børn typisk flere, og så kan udgiften til standbyforbrug være langt større. Fx kan alene computerudstyret i teenageværelset nemt have et standbyforbrug på mere end 300 kr. om året. De største energislugere er tv, video, hi-fi, dvd, parabolmodtager, pc, printer og telefax. Disse apparater står tilsammen for mere end 85 % af det totale standbyforbrug i boligen.

### Sådan finder du synderen

Et apparat på standby kan kendes på en lille lysende rød eller grøn lampe på fronten af apparatet. Men du kan også kende apparaterne på, at de afgiver varme, når de er på standby – det gælder fx mobiloplader og transformer til halogenbelysning. Er apparatet varmt, bruger det energi!

### Apparaterne har bedst af at blive slukket på fjernbetjeningen

Nej – dette er ikke rigtigt.

### Tv'et går lettere i stykker ved slukning på tænd/sluk-knappen frem for på fjernbetjeningen

Det er ikke korrekt – det eneste, der slides, er tænd/sluk-knappen. Derimod er der klare fordele ved at slukke på den:

- Reduceret brandrisiko
- Sikkerhed mod overspændinger i tordenvej
- Der aktiveres en afmagnetisering, hvilket gavner billedkvaliteten for en traditionel tv-skærm.

### Tv, video, cd, dvd m.m. bruger ikke energi, når der slukkes på fjernbetjeningen

Jo, de gør, især ældre apparater, som har et standbyforbrug på 50-200 kr. pr. år, mens nye tv har et årligt standbyforbrug på 7-30 kr.

### Video mister programindstillingen, hvis den slukkes på stikkontakten

Rigtigt for ældre videomaskiner, men for nyere apparater er der typisk ingen problemer.

### Video mister urindstillingen, hvis den slukkes på stikkontakten

Rigtigt for ældre videomaskiner, men for nyere apparater er der typisk ingen problemer.

### Parabol/antenneforstærker tåler ikke slukning på stikkontakten

For analoge og simple satellitmodtagere er der ingen problemer, men digitale satellitmodtagere kan miste funktioner/indstillinger.

### Computer går på sigt i stykker ved slukning på stikkontakten

Det er en myte og ikke korrekt. Er det for besværligt at slukke på stikkontakten, kan man anvende en stikdåse med vippeafbryder.

### Opstart af pc'en tager længere tid ved slukning på stikkontakten frem for på pc'ens afbryder

Der skulle ikke være forskel på opstartstiden. Af hensyn til datasikkerheden bør der altid slukkes på pc'ens afbryder, før der slukkes på stikkontakten.

### Man må ikke slukke for ISDN-modem, router m.m.

Dette er en myte, bortset fra at ISDN-modems ikke kan slukkes, da telefonforbindelsen derved også slukkes. Men det er godt for datasikkerheden (hacking).

### Pc-skærmen slukkes, når der slukkes for pc'en

I langt de fleste tilfælde er det ikke rigtigt.

### Printeren slukkes, når der slukkes for pc'en

Det er ikke rigtigt. Printerens skal slukkes på afbryderen.

### Mikrobølgeovn mister kalibrering af fugtighed, hvis den slukkes på stikkontakten

Korrekt for nogle få ovne med denne facilitet. Kalibreringen vil da tage ca. 3 minutter næste gang man tænder for ovnen.

### Mikrobølgeovn mister urindstillingen, hvis den slukkes på stikkontakten

Dette er rigtigt.

### Halogenlamper bruger ikke energi, når der er slukket på lampen

Dette gælder kun i nogle tilfælde. Hvis der sidder en transformer mellem stikkontakten og afbryderen til lampen, er der et forbrug. Sidder transformeren i lampen, vil der ikke være forbrug, når lampen er slukket.

### Opladere bruger ikke energi, medmindre der er tilsluttet et apparat til opladning

Det passer ikke. Er stikkontakten tændt, bruger opladeren energi – uanset om det apparat, der skal oplades, er tilsluttet eller ej.

HVIS DU HAR  
SPØRGSMÅL

Er du i tvivl om brugen af dit Sparometer, eller har du spørgsmål i øvrigt om strømforbrug, kan du kontakte dit lokale elselskab.

### Hvilke apparater kan måles?

Alle apparater, der bruger 230 V (almindelig stikkontakt), kan tilsluttes. Sparometeret kan måle effekter fra 0,2-2300 Watt (du kan se effekten på apparatets mærkeplade). Tilslutter du apparater med mere end 2300 W, bortfalder garantien.

### Ansvar

S.L. Electric, Augustenborg Landevej 23, 6400 Sønderborg kan ikke gøres ansvarlig for eventuelle skader, hverken direkte eller indirekte i forbindelse med brug af Sparometeret. Der tages forbehold for fejl i de målte resultater og de potentielle besparelser, der beregnes på grundlag af disse.

SÅDAN SPARER DU  
PENGE  
MED DIT SPAROMETER



## Sådan indstiller du elprisen på dit Sparometer

Elprisen er på forhånd indstillet til 1,55 kr. Hvis det svarer til prisen fra dit elselskab, kan du med det samme gå i gang med at bruge Sparometeret. Er prisen i dit område derimod en anden, kan du ændre den i Sparometeret på følgende måde:



1. Hold knapperne TID og FUNKTION inde samtidig, indtil "1.55" blinker i displayet.



2. Med knappen START/STOP kan du nu øge værdien af tallet yderst til højre (2. decimal). Ved at trykke på TID rykker du ét tal til venstre og kan nu øge værdien af dette tal ved et eller flere tryk på START/STOP. Og så fremdeles.



3. Når displayet viser det ønskede beløb, trykker du igen samtidig på knapperne TID og FUNKTION, indtil displayet skifter tilbage til udgangspunktet.

# TILLYKKE MED DIT NYE SPAROMETER

Dit nye Sparometer er en elmåler af høj kvalitet. Med Sparometeret kan du måle, hvor meget strøm forskellige apparater i dit hjem bruger, både i tændt tilstand og i standby (fx dit fjernsyn).

Du kan bruge skemaet bagest i dette hæfte til at skrive resultaterne ned for de enkelte målinger og dermed finde dit samlede strømforbrug på en række apparater – og din totale mulige besparelse.

### Hvor længe skal du måle?

Du får de mest nøjagtige resultater, hvis du måler hvert apparat i et døgn eller mere (gælder ikke apparater, der skal måles pr. gang, fx vaskemaskine, elkedel o.lign.). Sparometeret er stillet til automatisk at måle i 24 timer. Du kan også programmere til måling i 7 eller 30 døgn - eller til valgfri periode fra tryk på START til tryk på STOP (se side 6).

## Sådan laver du en måling



1. Sæt Sparometeret i stikkontakten (brug evt. en forlængerledning).



2. Sæt apparatets stik i Sparometeret. Målingen (24 timer) starter med det samme, du sætter stikket i.

Læs side 6, hvis du vil måle et andet tidsrum end 24 timer.



3. Displayet vil nu vise den aktuelle effekt i Watt og prisen i kroner pr. år (hvis apparatet kører med denne effekt døgnet rundt).



4. Ved at trykke på FUNKTION kan du "bladre" igennem følgende oplysninger i displayet:

- 1) strømforbruget (kWh) i det målte tidsrum
- 2) prisen (kr.) på forbruget i det målte tidsrum
- 3) laveste effekt (Watt) under måling
- 4) højeste effekt (Watt) under måling
- 5) Apparatets modstand (Ampere)
- 6) Den aktuelle spænding (Volt)
- 7) Aktuel effekt (Watt) + pris pr. år



5. Ved at trykke på TID kan du skifte mellem følgende oplysninger i displayet:

- 1) REC TIME = total tid siden start af måling\*
- 2) ON TIME = den tid, apparatet har brugt strøm\*\* siden start af måling

6. Efter 24 timer standser målingen. Du kan stadig skifte mellem de forskellige oplysninger som beskrevet under punkt 4 og 5.



7. For at nulstille displayet efter de 24 timer skal du holde START/STOP inde i et par sekunder.

Du er nu klar til en ny måling.

\* Tiden vises i minutter/sekunder, senere i timer/minutter og til sidst i døgn/timer.

\*\* REC TIME og ON TIME vil kun være forskellige ved måling af apparater, der automatisk slutter til og fra, fx dit køleskab eller dit strygejern.





# Opfindelse: Solenergi

Kontrakten - Energien på Spil



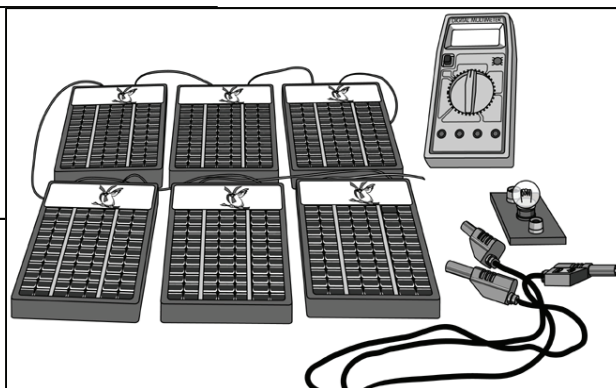
Solens lys kan omsættes til elektricitet eller varme. Der er 2 forskellige slags solenergi-anlæg:

1. Solceller—laver elektricitet (strøm) af solens lys
2. Solfangere—laver varme af solens lys

Et solcelleanlæg producerer elektricitet når solen skinner på solcellerne—men når det er mørkt skal man enten have gemt elektricitet på et batteri eller have sin elektricitet et andet sted fra. Med en solfanger producerer man varme direkte fra solens lys. Varmen gemmes i f.eks. en varmtvandsbeholder og om sommeren kan man dække det meste af sit varmtvandsforbrug med solenergi. I denne opfindelse vil vi dog fokusere på solcellerne og på den elektricitet man kan få ud af solens lys.

## Udstyr

Solceller — f.eks. fra solcellekuferten fra Skolernes EnergiForum  
Multimeter (til at måle V og A)  
En transistorradio eller ghettoaster der kører på batterier



## Forsøg med solceller

Lav et lille solcelleanlæg der kan få en ghettoaster til at spille.  
Solcellernes energiproduktion er afhængig af mængden af sollys. En solcelles spænding (Volt) stiger ved meget lidt lys til det maximale, men strømmen (Ampere) varierer med sollyset.

- Find ud af hvor mange V jeres ghettoaster skal bruge. Hvor mange 1,5 V batterier, skal der til for at drive den? Hvor mange volt giver det i alt? \_\_\_\_\_ V
- Placer 1 solcelle i solen (eller kunstigt lys) og mål med multimeter hvor mange V solcellen laver \_\_\_\_\_ V
- Hvordan skal solcellerne være forbundet for at I får det nødvendige antal V, så solcellerne kan drive ghettoasteren? Beskriv jeres fremgangsmåde — hvordan I forbinder dem og hvordan I opnår det nødvendige antal Volt.

Svar: \_\_\_\_\_

Hvis I skal bruge 230V til jeres stikkontakter hvor mange skal I så forbinde? Beskriv igen fremgangsmåden og giv til sidst antallet af solceller: \_\_\_\_\_

- 230V kan produceres med \_\_\_\_\_ solceller

Tag et multimeter med en 10 Ampere bøsning. Beskriv hvordan I ved at tilslutte en solcelle til 10A bøsningen, kan finde ud af hvor mange A en solcelle laver: \_\_\_\_\_

- 1 solcelle laver \_\_\_\_ A



# Opfindelse: Solenergi

Kontrakten - Energien på Spil



## Solceller derhjemme?

Hvis I forbinder solcellerne i serieforbindelse for at få 230V vil A tallet være det samme for dem alle som for 1, da strømmen skal løbe igennem dem alle sammen. Hvor mange Watt (W) vil 1 kæde solceller lave? (tip:  $V \times A = W$ )

Antal watt for 1 kæde med solceller:  $230 \text{ V} \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Watt}$

Hvor mange kæder skal I bruge hvis jeres solceller skal levere 4000 Watt som svarer til et almindeligt anlæg til en husstands elforbrug?

- 1 solcelle koster 50 kr.

Når I nu ved hvor mange W jeres kæde af solceller til 230 V producerer og kender prisen pr. solcelle i kæden, kan I også beskrive hvordan I kan beregne prisen for et anlæg der producerer 4000 W: \_\_\_\_\_

Hvor meget skal man betale for et anlæg der kan levere 4000 W? \_\_\_\_\_ kr.

## Solceller til at tage med?

Det er fint nok med solceller på taget, men hvorfor ikke bruge solceller til at oplade mobiltelefoner og MP3-afspillere, imens man går rundt med dem i lommen? I denne sidste opgave, skal I opfinde og beskrive en jakke, taske eller anden beklædningsgenstand, som kan oplade elektronik ved hjælp af solceller.

De fleste opladere man sætter i stikkontakten, omformer 230 V til 5 V for at oplade telefoner og afspillere. Det første I skal finde ud af, er hvor mange solceller I skal bruge for at producere 5 V:

\_\_\_\_\_ Solceller

For hvert stykke elektronik man har i lommen, skal man altså bruge \_\_\_\_\_ solceller for at kunne lade dem op. Hvor mange stykker elektronik er det almindeligt at have i lommen? Når I er blevet enige om et antal, kan I finde ud af hvor mange solceller der skal bruges for at oplade al elektronikken, samtidig.

\_\_\_\_\_ stk. elektronik x \_\_\_\_\_ solceller = \_\_\_\_\_ solceller for at kunne oplade dem samtidig.

Nu skal I designe en jakke, taske, skoletaske eller anden beklædningsgenstand, som ved at sætte solceller på kan forvandle til bærbare opladere.

- I skal tegne en skitse over hvor på genstanden I vil placere det antal solceller I nåede frem til er nødvendigt, for at oplade de telefoner og musikafspillere (og evt. andre dimser) vi har i lommerne. Se på solcellernes overfladeareal x antal.
- I skal se på solcellerne I brugte i starten og forklare hvad der skal laves om på dem, før de kan sættes på jakker eller tasker. (Vægt? Stivhed? Andet?)
- Hvad ville fordelene være ved tøj eller tasker der kan oplade elektronik? Ville I selv kunne tænke jer at have den slags? Begrund.



## Opfindelse: Isolering - vinduer

Kontrakten - Energien på Spil



Vinduer er på den ene side nødvendige for at få dagslys ind i rummet, men det er samtidig gennem vinduerne at der tabes mest varme fra en bygning. Der er dog meget stor forskel på hvor godt vinduer isolerer. 1 lag glas isolerer dårligst, da kontakten mellem den varme luft indenfor og den kolde luft udenfor er stor. Det bedst isolerende er 3-lags energiglas som både sikrer lille kontakt mellem den varme og kolde luft, men også fungerer som en solfanger når solen skinner direkte på dem. Selv med helt nye vinduer kan en bygning tabe meget varme hvis vinduesrammerne ikke slutter tæt.

### **Forsøg:**

- Hæld vand i en reagensglas, så det står ca. 5 cm fra den øverste kant. Reagensglasset opspændes i et stativ.
- Anbring derefter et termometer i reagensglasset. Det skal fastholdes af en prop af modellervoks, således at termometerspidsen befinder sig midt i vandet.
- Opvarm forsigtigt reagensglasset med en bunsenbrænder indtil vandet når en temperatur på 90 grader. Lad det derefter afkøle mens i holder nøje øje med temperaturen.
- Varmen afgives nu gennem et enkelt lag glas (reagensglasset).
- Start stopuret i samme øjeblik temperaturen når ned på 80 grader. Aflæs derefter temperaturen hvert halve minut og udfyld den første kolonne i skemaet (**se næste side**).

Opstillingen skal også bruges i næste del af forsøget.

### **Udstyr**

Almindeligt reagensglas

Bredt reagensglas

Modellervoks

Termometer

Stativ

Bunsenbrænder

Tændstikker

Stopur

### **Andel del:**

Varm forsigtigt vandet i reagensglasset op til 90 grader igen, uden at tage termometer og modellervoksprop op. Spænd derefter det brede reagensglas fast i stativet i stedet for det smalle. Forsyn det smalle reagensglas med en krave af modellervoks foroven og anbring det midt i det brede reagensglas, så det fastholdes uden at de to reagensglas rører hinanden. Det kan f.eks. gøres ved at vikke en pølse modellervoks omkring det smalle reagensglas — helst uden at I brænder fingrene.

Kraven af modellervoks skal slutte så tæt som muligt og helt lukke hullet mellem de to reagensglas.

Lad derefter vandet afkøle på samme måde som før: Hold nøje øje med temperaturen. Start stopuret i samme øjeblik temperaturen når ned på 80 grader. Aflæs temperaturen hvert halve minut og udfyld den anden kolonne i skemaet.



## Opfindelse: Isolering - vinduer

*Kontrakten - Energien på Spil*

Tid i min.	1 lag glas (forsøg 1)	2 lag glas (forsøg 2)
0	80 C	80 C
1/2		
1		
1 1/2		
2		
2 1/2		
3		
3 1/2		
4		
4 1/2		
5		

Hvilke forskelle er der i jeres målinger og hvordan hænger de sammen med forskellene på de to opstillinger?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Brug jeres nye viden til at beskrive, hvad man skal gøre for at lave et isolerende vindue. Hvad skal et godt vindue 'gøre'?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Opfindelse: Isolering - tag og vægge

Kontrakten - Energien på Spil



Hvis det er koldt og du gerne vil have det varmt kan du gøre flere ting. Du kan f.eks. tage noget mere tøj på, og derved holde bedre på din kropsvarme, men du kan også skaffe varme andre steder fra. Er du udenfor kan det f.eks. være et bål, mens du indenfor må bruge andre varmekilder - f.eks. en brændeovn. Hvis du ikke hele tiden skal hælde brænde på, er det vigtigt at sørge for at huset er isoleret. Isolation handler om at adskille det varme fra det kolde, og derved sørge for at varmen ikke har direkte kontakt med kulden. Prøv næste gang du er i et rum uden varme at åbne døren til et varmt rum. Varmen vil med det samme strømme ind i det kolde rum, indtil der er skabt ligevægt i temperatur. Det samme sker fra et hus til omgivelserne, hvis det er dårligt isoleret. Varmen strømmer ud, indtil der er samme temperatur indenfor og udenfor. I dette forsøg skal I opfinde det bedste isolationsmateriale.

## Udstyr

- 3 stk. 250 ml kolber
- Elkedel til at varme vand
- 4 Termometre
- Modellervoks eller 1-huls-prop
- 2 små papkasser som passer lige til en 250 ml. glaskolbe og isoleringsmateriale
- Papirstrimler
- Andet materiale i selv vælger

## Forsøg:

Placer de 2 af kolberne med termometer fastgjort i modellervoks eller 1 huls prop i hver sin lille papkasse, som ikke er meget større end kolben selv. Isolér kolbens sider med hvert af materialerne ved at stoppe dem ned rundt om kolberne. Det gælder om at isolere så godt som muligt, så det tager så lang tid som mulig for vandet at tabe varmen, men **lad i første forsøg være med at isolere ovenpå kolben**. Den sidste kolbe med termometer fastgjort i modellervoks eller 1-huls prop stilles uden isolation ved siden af kasserne.

I må bruge følgende materialer til at isolere med:

- Papirstrimler
- 1 valgfrit materiale (fx en trøje)

Gør 3 koordinatsystemer klar med temperatur på 2. akse og tid på 1. akse. Hæld 90 grader varmt vand i alle 250 ml kolberne. Aflæs temperaturen ca. hvert 20. sek. og tegn en graf i 10 minutter. Husk at skrive på grafen hvilket materiale der er brugt og at der ikke er isoleret ovenpå kolben.

I skal nu forsøge at optimere isoleringen ved at tætte så grundigt som muligt rundt om samt **isolere ovenpå** kolben så termometeret stikker ud gennem toppen. Inden I lukker helt til skal I hælde vandet ud og komme 90 grader varmt vand på igen. Lav en tilsvarende graf over temperaturen i de samme koordinatsystemer som før, og noter hvor stor forskel det gør om kolben er isoleret både på siden og ovenpå i stedet for kun på siden.

## Forsøgsobservationer:

- Hvor lang tid tager det vandets temperatur at falde med 10 grader?
- Hvilket af jeres isoleringsmaterialer havde den største effekt?
- Hvorfor var det materiale bedre end de andre?



# Opfindelse: Indretning

Kontrakten - Energien på Spil



Noget meget afgørende for en bygnings placering er, hvordan det orienterer sig mod solen. På den ene side kan det være meget ønskeligt, at have meget lys i en bygning og give besparelser på elforbruget til belysning, men det giver også nogle problemer med blænding og varme. Især det sidste kan være afgørende for en bygnings fremtidige energiforbrug – hvor meget energi der skal bruges til at køle bygningen om sommeren. Hvis man placerer og designer en bygning fornuftigt kan man få gavn af solindfaldet og samtidigt undgå u hensigtsmæssig opvarmning fra solen om sommeren.

I denne opfindelse skal I komme med jeres bedste bud på hvordan en bygning skal være placeret for at have størst mulig gavn af den sol der stråler på den.

## **Udstyr**

- Kraftig lampe
- Papkasse til at bygge model af

## **Forsøg:**

I skal bygge en model af jeres egen skolebygning i pap. Hvor der er vinduer klipper I huller. Modellen skal ikke være meget detaljeret og hvis jeres skole er meget stor skal I kun lave jeres egen afdeling eller en mindre bygning på skolen. I skal tegne en grundplanstegning af jeres skoles grund og skrive kompasretningerne på. Placer nu skolebygning på grunden så I udnytter sollyset bedst muligt til oplysning af klasselokalerne samtidig med at I undgår u hensigtsmæssig opvarmning.

Tag nu en stor lampe som kan være solen og lad den gå op i øst og ned i vest.

Læg mærke til hvilke dele af skolen der belyses og hvilke der ikke gør. Flyt lidt rundt på bygningen, eller lav flere eller færre vinduer på nogle facader til I mener skolen er bedst egnet til at modtage sollyset. Husk at tage højde for store træers skygger og at lave vinduer nok til klasseværelser og skolens andre lokaler. Præsenter jeres forslag til en løsning, når I har et forslag til en løsning og kan begrunde alle jeres valg.



# Opfindelse: Indeklimakontrol

Kontrakten - Energien på Spil



*Hvis man skal befinde sig godt inde i en bygning, skal indeklimaet styres. I en bygning hvor der færdes mange mennesker skal der være et mere effektivt system end hvis det er et hjem med få mennesker. Et simpelt system er at åbne og lukke vinduer og døre for at få frisk luft ind. Et mere avanceret system er brugen af programmerbare ventilationsanlæg.*

*I skal opfinde en styring til et ventilationsanlæg, som tager højde for hvordan man bedst muligt kan få ventilatoren til at udskifte luften uden at spille for meget energi.*

## **Forsøg:**

Bliv enige om, hvad I mener er den ideelle temperatur for et almindeligt klasselokale på jeres skole. Dernæst skal I finde ud af, hvornår der er elever i klasserne og hvornår der så skal skiftes luft ud. Gå ud fra at systemet kan udskifte al luften i lokalet på 10 min. Gå endvidere ud fra, at der skal skiftes luft ud 4 gange i timen når der er elever i lokalet for at CO<sub>2</sub>-niveauet er passende.

Ventilationen skal køre når der er brug for det og ikke når der ingen mennesker er. Derfor er det vigtigt at anlægget er programmeret rigtigt. Hvis man bare lader det køre hele tiden, bruges der både el til ventilationen og der spildes en masse varme som suges ud af lokalerne.

Der er 2 niveauer af opgaven:

- 1) Programmering af de tider hvor ventilationen skal være tændt og hvornår den skal være slukket.
- 2) Installation af CO<sub>2</sub>-sensorer i alle klasselokalerne, der registrerer hvornår der er behov for udskiftning af luft i hvert klasselokale og derfor styrer ventilationen efter behovet for luftudskiftning.

1) Programmer ventilator – hvornår den skal køre.

Lav en plan for hvornår på dagen, der efter jeres mening er behov for udskiftning af luft. Husk at ventilation støjer, og at man om sommeren kan åbne vinduerne ved behov for ventilation, mens man om vinteren vil tabe en del varme ved det. I begyndelsen af en time er der for det meste rimeligt god luft, mens der efter ret kort tid kommer til at mangle ilt.

2) Installer temperatur- og CO<sub>2</sub>-målere i alle klasselokaler

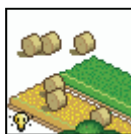
Ved at installere CO<sub>2</sub>-målere kan I dels opnå en optimal udnyttelse af ventilationsanlægget, da der udelukkende bliver udskiftet luft når der er behov for det. Det sparer både el og varme, og sikrer at der kun er den støj der er behov for. Man kan dog programmere styringen så der også er nogle tvungne tidspunkter, hvor ventilationen skal køre under alle omstændigheder.

Lav et skema med tidspunkter og dage for en hel uge på den ene led og ventilator tændt/slukket, temperaturgrænser for tændt/slukket og CO<sub>2</sub>-målere for tændt/slukket på den anden.



# Opfindelse: Biobrændsel

Kontrakten - Energien på Spil



Man kan skaffe sig varme på mange måder. I områder hvor der er fjernvarmenet vil det være mest nærliggende at blive tilkoblet det, men ellers bruger man et fyr med en eller anden form for brændsel. Dette er ofte olie eller naturgas, men flere og flere benytter biobrændsel til at opvarme bygninger med. Biobrændsel kan være træ, korn, eller biologisk affald som f.eks. oliven eller mandelskaller.

## Udstyr

- Fint udskårne stykker af forskelligt slags tørt træ eller andet biobrændsel som f.eks. træpiller eller træflis.
- Tændstikker til at tænde op med
- Evt. stinkskab eller punktudsugning, hvis I ikke laver forsøget udendørs
- Vægt (f.eks. En brevvægt)

## Forsøg:

I dette forsøg skal I undersøge forskellige slags biologisk materiale, der kan bruges som brændsel til at varme vand og lokaler op med. I skal lave et lille bål med forskellig slags træ eller andet (tørt) biologisk materiale — udenfor eller med god udsugning!

### Sådan laver I forsøget (udendørs)

1. Vej små bunker med fint udskårne træstykker eller andet og noter vægten i tabellen på næste side.
2. Placer dem udendørs på et underlag der tåler varme (f.eks. sten).
3. Tænd bålene - f.eks. med tændstikker eller lightere. Læg mærke til om det er nemt eller svært at få ild i dem—jo nemmere de er at tænde jo bedre fungerer det brændsel I afprøver. I må gerne puste til ilden for at få så meget gang i bålet som muligt.
4. Brug tabellen på næste side. Nedskriv de forskellige slags brændsel og noter hvordan hvert enkelt brændsel tænder og brænder, hvor meget aske der er tilbage efter afbrænding, mm.
5. Lad bålene brænde helt ud og vej efter afkøling hver bunke aske for sig.
6. Udregn askeprocenten sådan:  
$$\text{Askeprocent} = \text{startvægt} : \text{slutvægt} \times 100\%$$

Indsæt alle resultaterne i skemaet på næste side

## Information om fyr

Oliefyr og gasfyr tænder ved at der sættes ild til brændslet med en gnist fra en elektrisk tænder.

En termostat på kedelen styrer om fyret skal tænde eller slukke.

Ilden brænder inde i en stor kedel og varmen fordeles til huset med vand der løber i rør til alle radiatorer.

Et biobrændselsfyr tænder ved at et elvarmelegeme varmer noget smuld op og en blæser puster på det. Når termostaten på kedelen føler at temperaturen er høj nok, lukker fyret ned ved at stoppe med at puste på ilden.



# Opfindelse: Biobrændsel

Kontrakten - Energien på Spil

<b>Brændsels-test</b>	Brændselstype	Hvor nemt er det at tænde? (meget nemt/ nogenlunde/ svært)	<b>Brændværdi</b> Vurdering af hvordan det brænder (godt/ dårligt)	Røg? (meget/ lidt)	Askeprocent (vægt efter : vægt før x 100%)
Eksempel:	Olie	Meget nemt	Godt	Lidt	0
Jeres brændsel 1					
Jeres brændsel 2					
Jeres brændsel 3					
Jeres brændsel 4					
Jeres brændsel 5					

1. Hvilket af de anvendte brændsler mener I er bedst?

I "Oversigt over forskellige slags brændsler" finder I muligvis nogen af dem I selv har testet og en række andre brændsler. Sammenlign brændværdien, askeprocenten og se på prisen pr. kWh. Hvis I har vurderet et brændsel **til at være godt** svarer det til en brændværdi på ca. 15 MJ/kg

Mange biobrændsler er naturlige restprodukter fra anden produktion, men el og fossile brændsler er begrænsede ressourcer som vil slippe op.

2. Hvilket brændsel ville I foreslå hvis skolen skulle have ny varmekilde? Begrund jeres valg mht. økonomi, miljø og ressourcer.



# Opfindelse: Biobrændsel

Kontrakten - Energien på Spil

## Oversigt over forskellige slags brændsler

	Brændsel	Fugt-indhold %	Rum-vægt kg/m <sup>3</sup>	Brænd-værdi MJ/kg	Aske %	Virknings-grad*) %	Pris kr./ton	Pris øre/kWh	Forholdstal til olie %
EI	El til proces (fx svinestald)	-	0	-	-	100	-	72	132
	El til varmegenindvinding	-	0	-	-	300	-	24	44
	El til rumopvarmning	-	0	-	-	100	-	157	288
Fossile brændsler	Dieselolie (fx til mikrokraftvarme)	-	830	42,0	0,0	85	5.373	54	99
	Fyringsolie	-	840	41,5	0,0	85	5.339	54	100
	Fyringsolie (folkehold)	-	840	41,5	0,0	85	7.550	77	141
	Gas (flaske)	-	540	46,2	-	95	12.970	106	195
	Gas (i tank) 25 % rabat	-	540	46,2	-	95	9.593	79	145
	Koks	5	400	27,0	0,5	80	4.000	67	122
	Kul	10	800	27,2	10,0	70	1.250	24	43
	Naturgas	-	-	48,0	-	90	7.000	58	107
Træprodukter	Brænde	30	500	12,0	0,5	75	700	28	51
	Miniflis	10	375	17,6	0,3	80	800	20	38
	Pileflis, nedtørret	40	280	10,0	1,5	80	325	15	27
	Savsmuld	15	177	16,4	0,3	85	450	12	21
	Savværksflis, tørt	20	170	15,2	0,3	80	570	17	31
	Savværksflis, fugtig	40	240	10,5	0,3	80	420	18	33
	Skovflis, lagret	40	235	10,4	0,3	80	400	17	32
	Skovflis, frisk	55	310	7,2	0,3	80	330	21	38
	Træbriketter	7	1.030	18,0	0,3	85	1.500	35	65
	Træpiller	7	650	17,6	0,3	85	1.500	36	66
	Træpillesmuld	5	500	17,6	0,7	85	880	21	39
	Andre biobrændsler	Biosmuld	10	650	17,6	4,0	85	760	18
Biogas		-	-	23,0	-	60	-	-	0
Frøafrens		12	135	15,1	9,0	85	400	11	21
Halm, gul		13	110	14,4	5,0	75	400	13	24
Halm, grå		15	125	15,0	4,0	75	400	13	24
Havretræpiller		10	650	17,2	1,0	85	1.200	30	54
Hvede		15	700	14,5	4,6	85	820	24	44
Hørfrø		10	650	22,8	3,6	85	1200	22	41
Kirsebærsten		15	450	17,2	1,0	85	1.180	29	53
Oliekagemix		10	650	21,0	3,0	85	920	19	34
Olivenkerner/sten		10	700	19,0	5,0	85	1.250	28	51
Roefrø		12	550	16,4	4,0	85	850	22	40
Rapsolie, koldpresset		0,1	880	35,3	0,0	85	5.227	63	115
Rapsolie, rest fra biodieselproduktion		0,1	880	35,3	0,0	85	4.091	49	90
Rapspiller		7	700	20,8	8,4	85	1.350	27	51
Rug, 14 % vand		14	700	15,8	2,5	85	730	20	36



# Opfindelse: Belysning og udstyr

Kontrakten - Energien på Spil



Belysning og udstyr står for en meget stor del af skolers elforbrug, og der er ofte store besparelser på både energi og økonomi at hente her. I skal opfinde forskellige måder at spare på energien uden at brugerne bliver "forstyrret" eller at nogen oplever at belysningen ikke er lige så god som tidligere.

**Om lysstyring:** En helt almindelig situation er at lyset på gangarealer på hele skolen er tændt fra om morgenen til skolen lukkes om aftenen. I stedet kan man sætte en bevægelsesfølsom afbryder op, som kan tænde og slukke. I kender den måske fra udendørs belysning til carporte eller bare udenfor jeres hus, hvor lyset tændes automatisk når man kommer i nærheden.

Man kan også benytte dagslysstyring så der ikke er tændt for lyset hvis der er nok lys i forvejen. Det vigtige med lysstyring er, hvor den er placeret, og hvordan den er indstillet.

## Forsøg:

1) Tegn en grundplanstegning over et gangareal på skolen samt af jeres eget klasselokale. Vælg dernæst egnede sensortyper til disse områder og angiv på tegningerne, hvor I vil placere dem, deres højde og retning. På tegningen skal dækningsområderne for de valgte lyssensorer kunne ses, både vinkel og dækningsafstand. I kan vælge blandt de sensorer, der findes i listen på næste side, hvor I får oplyst rækkevidde og dækningsvinkler.

2) Begrund jeres valg af placering af lysstyringen, og hvad den skal registrere (bevægelse eller lys). Dagslyssensorer skal placeres, så de ikke bliver ramt af lokalets egen belysning. Bevægelsessensorer skal kunne registrere, om rummet benyttes eller ej.

Bevægelsessensorer er udstyret med en timer, der indstilles til at slukke lyset efter en afmålt tid. Det koster penge at lade lyset være tændt længere tid end nødvendigt, men det er også uøkonomisk at lade lyset tænde og slukke med korte intervaller.

3) Angiv hvor længe timeren på jeres bevægelsessensorer skal lade lyset være tændt, efter den har registreret en bevægelse.

Husk, sensorer er dyre, så brug så få som muligt!

## Fri opfindelse

I kan også vælge at score ekstra point ved at udføre en helt fri opfindelse. Findes der apparater, der kan afbryde for strømmen til elektronikken, når man ikke bruger den? Kan I selv komme med en ide til noget, der kunne bruges til at spare på energiforbruget. Det kan både være en ting eller en indstilling i eksisterende apparater som alle burde bruge (f.eks. Strømbesparelsesindstillinger), eller I kan beskrive, hvordan en helt ny strømbesparende opfindelse kunne fungere.

Hvis I prøver at opfinde noget helt nyt, så skal I beskrive så mange detaljer ved dens funktion, som I kan, samt eventuelle problemer I kunne forestille jer i brugen af den. Bliver den dyr? Stor? Svær at indstille? Hvilke betingelser skal være opfyldt før jeres opfindelse slukker for strømmen? Kig eventuelt på de elektriske apparater I kender og på hvordan mennesker bruger dem, for at få gode ideer til opfindelser eller til hvordan den skal fungere.



# Opfindelse: Belysning og udstyr

Kontrakten - Energien på Spil

**Tabel over mulige sensorer der kan vælges**

Sensornavn	Vinkel der dækkes	Afstand der dækkes (m)	Justerbar områdedækning	Med dagslysføler
<b>Bevægelse</b>				
Steinel	180	12	nej	nej
Jo el	110	9-12	ja	ja
<b>Lys</b>				
Minilux U	110	30	nej	nej
Minilux I	200	3-14	ja	ja

## Forklaring til tabel

### Vinkel der dækkes:

Vinkel for det område sensoren kan registrere bevægelser i og tænde for lyset

### Afstand der dækkes:

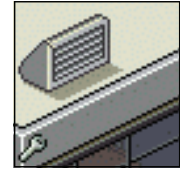
Hvis der står 1 tal dækkes den afstand i hele længden, hvis der 2 tal dækkes den største afstand midtfor og den mindste afstand i de yderste hjørner af den vinkel sensoren kan 'se'.

### Justerbart område:

Betyder om sensoren kan drejes efter den er sat op hvis der er brug for det.

### Med dagslysføler:

Med dagslysstyring kan sensoren slukke for lyset, hvis der er nok lys i forvejen.



Når mange mennesker sidder i et lokale sammen, skal der skiftes luft ud jævnlige. Årsagen hertil er at vi udånder CO<sub>2</sub> og skal have frisk ilt i lungerne. Luften skal skiftes ca. 4 gange i timen, når det drejer sig om så mange mennesker pr m<sup>3</sup>, som der er i klasselokaler.

### Vurdering af luftkvaliteten i klasselokalet

Giv en vurdering af hvordan I mener luftkvaliteten er. Sæt kryds ud for det I mener beskriver jeres klasselokale bedst:

Vi har en god luftkvalitet i klasselokalet

Vi har ikke en god luftkvalitet i klasselokalet

Hvordan oplever i det? (F.eks. koncentrationsbesvær / træthed efter nogle timer i lokalet?)

---



---



---



---



---



---

### Bestemmelse af CO<sub>2</sub> forurening i et klasselokale

Selv når man lufter ud, er der også CO<sub>2</sub> i udeluften. Den har et grundniveau på 0,035% CO<sub>2</sub> og indeluften må ikke nå over 0,1% CO<sub>2</sub>, hvis man skal kunne arbejde i lokalet (iflg. Arbejdstilsynet).

Årsagen til at CO<sub>2</sub>-niveauet stiger i f.eks. et klasselokale, er den CO<sub>2</sub> som menneskene i lokalet udånder plus grundniveauet på 0,035% fra udeluften. Hvis man ikke lufter ud, bliver luften i klasselokalet ikke 'fortyndet' og så stiger CO<sub>2</sub>-niveauet.

I et menneskes udåndingsluft er der 0,018 m<sup>3</sup> (18 liter) CO<sub>2</sub> pr. time. Mennesker tilfører altså indeluften store mængder CO<sub>2</sub>.

For at man kan arbejde i et lokale anbefaler Arbejdstilsynet en øvre grænse på 0,1% CO<sub>2</sub> og kun i korte perioder værdier op til 0,2%. Meget CO<sub>2</sub> giver f.eks. koncentrationsbesvær og træthed.

I skal nu finde ud af om der er mere CO<sub>2</sub> end anbefalet i jeres klasseværelse. Derfor skal I beregne eller registrere:

1. **F:** Forureningsintensiteten — hvor meget jeres klasse + læreren forurener på en almindelig time
2. **L:** Luftskiftet — hvor mange gange i timen luften skiftes i lokalet
3. **V:** lokalets Volumen — hvor stort klasselokalet er (i m<sup>3</sup>)
4. **U:** Udeluftens grundniveau af CO<sub>2</sub>. Husk at de 0,035 % CO<sub>2</sub> i udeluften skrives 0,00035 i formelen (nedenfor)

Til sidst skal I beregne koncentrationen af CO<sub>2</sub> i klassen, efter en times normal klasseundervisning — også kaldet **Slutkoncentrationen**. Det beregnes med denne formel, hvor menneskenes udånding, divideret med udskiftningen af luften gange lokalets størrelse, plus udeluftens CO<sub>2</sub> giver rummets slutkoncentration af CO<sub>2</sub>

$$\text{Slutkoncentrationen} = U + (F : (V \times L))$$

Vi tager det én ting ad gangen på næste side: →



# Undersøgelse: Ventilation

## Beregning af CO<sub>2</sub>-forureningen i jeres klasselokale

Først bestemmer I værdierne for hvert element i formlen:

**U** — er udeluftens grundniveau af CO<sub>2</sub> og det kan I finde i teksten på s. 1.

Evt. kan I lige notere det her, som det skal stå i formlen:

**U** = \_\_\_\_\_

**F** — Hvor mange er I i klassen, inklusiv jeres lærer, og hvor meget forurener I pr. time?  $F = (\text{antal personer}) \times 0,018 \text{ m}^3/\text{t} = \text{_____} \text{ m}^3 \text{ CO}_2 \text{ pr. time}$

**V** — **V** er volumen af rummet: klasselokalets længde (m) x bredde (m) x højde (m) = \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

**L** — **L** er hvor mange gange i timen, luften i lokalet skiftes ud. Luften i et klasselokale bør skiftes 4 gange i timen og I skal prøve at vurdere om det sker i jeres klasselokale eller om det sker færre gange. Det vil sige:

**Er L = 4 eller er L mindre end 4?**

Hvis I har naturlig ventilation, skal vinduerne åbnes 4 gange i timen og være åbne i 5 minutter hver gang (i gennemsnit). Sker det?

Hvis I har mekanisk ventilation, kan I se på, om I ofte åbner vinduerne for at få frisk luft eller om I har andre grunde til at tro, at ventilationen ikke er effektiv nok. Har I det?

Er **L** = 4 eller er **L** = \_\_\_\_\_ ? Hvorfor?

Beregn slutkoncentrationen:

**Slutkoncentrationen** =  $U + (F : (V \times L)) = \text{_____} \% \text{ CO}_2$

Er det højere eller lavere end 0,1%?:

Er det højere eller lavere end 0,2%?:

Nu hvor I kender CO<sub>2</sub>-koncentrationen i jeres klasselokale skal I forklare, hvordan I mener indeklimaet er.

Svarer den slutkoncentration I fandt, til de svar I gav i undersøgelsens første del (på side 1), hvor I gav jeres umiddelbare vurdering af luftkvaliteten?

Hvad sker der hvis luften ikke udskiftes 4 gange i timen og hvordan påvirker det dem der opholder sig i lokalet?

Oplever I positive eller negative effekter af CO<sub>2</sub>-koncentrationen og luftkvaliteten i lokalene i hverdagen? Hvilke?

## Registreringer til indtastning:

Hvilken type ventilation har I på skolen?

A. Naturlig ventilation. (Det er kun vinduerne der sørger for at frisk luft tilføres til rummene?)

B. Mekanisk udsugning. (Der tilføres frisk luft fra udsugningskanaler i ydervæggen?)

C. Mekanisk ventilation med varmegenvinding. (Noget af energien genbruges i udsugningsluften?)

*I skal vælge den ventilationsform, der er anvendt i de fleste rum på skolen og ikke kun den, der er i jeres eget klasselokale. Kig jer lidt omkring. Det kan være svært at se, om der er varmegenvinding i et ventilationsanlæg — spørg pedellen, hvis I har mekanisk ventilation, men ikke ved om I skal svare B eller C.*



I denne undersøgelse skal I finde ud af fordelene ved at bruge vedvarende energi (grøn energi). Følgende typer vedvarende energi undersøges:

**Solenergi:** Når vi taler om solenergi, mener vi energi fra den direkte stråling fra solen, vi her og nu kan opfange og udnytte til at producere el og varme.

**Biobrændsel:** Biobrændsel består af organiske materialer. Ved forbrænding afgiver de varme og danner CO<sub>2</sub>. Biobrændsel kan være træ eller planter — f.eks. halm til halmkraftværker, der laver fjernvarme og elektricitet. Planter opsamler den samme mængde CO<sub>2</sub> når de vokser, som de udleder når man brænder dem af — derfor er biobrændsel CO<sub>2</sub>-neutralt.

**Vindenergi:** Vindmøller omdanner vindens bevægelsesenergi til elektrisk energi vha. en generator. De mest moderne vindmøller har to generatorer, en lille til lave vindhastigheder og en stor til høje vindhastigheder. Dette skyldes bl.a., at en lille generator larmer mindre end en stor. Samtidig er den lille generator lettere at dreje rundt og vindenergien udnyttes derfor bedre.

### Køb af andele i et solcelleanlæg

Solceller kan lave el af solens lys. De er temmelig dyre, og det vil derfor ikke normalt være muligt for en skole at skifte til solceller for at dække hele deres elforbrug. Undersøg, hvor meget det vil koste at dække 5% af jeres skoles elforbrug med el fra solceller.

Følgende priser er hentet fra Københavns solcellelaug\*:

*1 andel i solcellelauget koster 3000 kr. og producerer 800 kWh pr. år. Det giver en indtægt på 283 kr. pr. år*

Find skolens elforbrug for sidste år. De fleste skolars energiforbrug findes på siden [www.skoleforbrug.dk](http://www.skoleforbrug.dk) Opsøge evt. jeres pedel som har tallene for sidste års elforbrug. Notér det ovre til højre.

\* Et laug vil sige en sammenslutning eller forening af folk i forbindelse med en fælles økonomisk investering. Et solcellelaug består af folk, der hver især køber en andel i en række solceller. På den måde får man et fælles ejerskab over solcellerne, den energi de producerer og samtidig deler man udgiften til at bygge dem.

### Dæk 5% af skolens energiforbrug med solcelleandele

I får et tilbud på at købe andele i et solcellelaug i jeres lokalområde, svarende til Københavns solcellelaug. Udregn hvor meget 5% af skolen elforbrug er:

(elforbrug i kWh pr. år) = \_\_\_\_\_ kWh pr. år

### Antal solcelleandele I skal bruge for at dække 5% af jeres elforbrug

(5% af elforbruget i kWh pr. år \_\_\_\_\_) : (\_\_\_\_\_ kWh pr. andel) = \_\_\_\_\_ andele

### Investering for at 5% af elforbruget dækket af solceller

(antal andele \_\_\_\_\_) x (3000 kr. pr. andel) = \_\_\_\_\_ kr.

### Indtægter fra solcellestømmen på 20 år:

(antal andele \_\_\_\_\_) x (283 kr. pr. andel pr. år) x 20 år = \_\_\_\_\_ kr.

- Tjener man penge på det?
- Er det noget I kunne forestille jer at skolen kunne gøre?
- Hvor meget ville det koste hvis I skulle have al strømmen fra solceller?
- Hvilke andre fordele ved solceller kan man fremhæve—udover at man kan tjene penge på den energi de producerer?



## Undersøgelse: Vedvarende energi

Hvis I allerede bruger et biobrændsel til opvarmning kan I prøve at sammenligne med hvad det ville koste, hvis I brugte olie.

### Biomasse til opvarmning

#### Baggrund

En effektiv måde at undgå CO<sub>2</sub> fra ens opvarmning, er at bruge energi fra biomasse såsom halm, træ eller korn. Mens planter og træer vokser, optager de nemlig CO<sub>2</sub> fra luften, og når man brænder dem, slippes der kun den mængde ud som de har optaget imens de voksede. CO<sub>2</sub>-forureningen er altså = 0.

Derudover er det ofte billigere at bruge biomasse end olie og naturgas.

#### Beregning af varmeudgifter med biomasse

Find ud af, hvilken varmekilde og hvad skolens varmekonsum var sidste år. De fleste skolers energiforbrug findes på siden [www.skoleforbrug.dk](http://www.skoleforbrug.dk). Spørg f.eks. jeres pedel om, hvilken type varme I bruger og hvor stort forbrug I har. For at finde jeres nuværende varmepris skal I gange varmemængden i kWh med den tilhørende pris fra skemaet nedenfor (hvis I får tallet i MWh — fra jeres pedel eller fra skoleforbrug.dk — skal I gange med 1000 for at få forbruget i kWh):

Skema over typiske gennemsnitspriser på varme i 2007

Brændselstype	Pris i kr. pr. kWh	Sæt kryds ved den I bruger
Olie	0,54 kr. pr. kWh	
Gas	0,79 kr. pr. kWh	
Fjernvarme	0,45 kr. pr. kWh	
Andet	? kr. pr. kWh	

#### Varmeudgiften sidste år var:

Varmeforbrug i kWh \_\_\_\_\_ x Pris pr. kWh \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ kr.

### Hvis skolen blev tilsluttet et biobrændsels-varmeverk

Vi regner med, at jeres biomasse kan findes i nærheden, så der ikke er store mængder transport, og dermed CO<sub>2</sub>-udslip, forbundet med transporten. Derfor kan I ikke vælge Halm hvis jeres skole ligger i en by.

I nedenstående tabel kan I se et udvalg af forskellige biobrændsler og priser

Brændselstype	Pris i kr. pr. kWh
Brænde	0,28 kr. pr. kWh
Træpiller	0,36 kr. pr. kWh
Halm	0,13 kr. pr. kWh

I bliver i dette eksempel tilkoblet et biobrændsels-anlæg i nærheden af skolen, som I kan få varme fra, og I betaler for varmeudgiften + en andelsudgift i forhold til den mængde varme skolen bruger.

#### Andelsudgift:

Andelsudgifter: 100 kr. pr. MWh pr. år

Varmeforbrug i MWh pr år x 100 = \_\_\_\_\_ kr.

#### Varmeudgift:

Varmeforbrug har I fundet ovenfor og pris vælger I fra tabellen. Hvis I ved at der er adgang til en bestemt slags brændsel i nærheden skal I vælge den — ellers må I vælge træpiller som kan leveres over hele landet.

Varmeforbrug i kWh \_\_\_\_\_ x Pris i kr. pr. kWh \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ kr.

#### Samlet varmeudgift til biobrændselsanlæg pr. år:

Andelsudgift \_\_\_\_\_ + Varmeudgift \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ kr.

#### Overskud eller underskud?

Vil et skift til biobrændsel være en økonomisk fordel for skolen?



## Undersøgelse: Vedvarende energi

### Slutning af denne undersøgelse:

Der skal modsat de andre undersøgelser, ikke foretages nogen indtastninger efter denne undersøgelse er blevet godkendt. (Dog skal godkendelseskoden stadigvæk indtastes).

#### Vindenergi

Når man bygger en vindmøllepark kan man vælge at sælge møllerne på andele. På den måde deles produktionen på de andele som møllen er solgt på. Hvis en vindmølle f.eks. laver 2.000.000 kWh og der er 2.000 andelshavere får hver andelshaver 1.000 kWh strøm pr. år.

I skal i denne undersøgelse finde ud af, hvor mange vindmølleandele I har brug for, hvis I skal dække hele skolens forbrug med vindmøllestrøm og hvor mange penge det vil koste samt, hvor lang tid det vil tage før møllen har tjent pengene ind igen. Derudover skal I finde ud af, hvor meget CO<sub>2</sub>-udslip vindmølleandelene sparer naturen for.



#### Beregning af antal vindmølleandele

I skal finde skolens elforbrug for sidste år. De fleste skolers energiforbrug findes på siden [www.skoleforbrug.dk](http://www.skoleforbrug.dk) I kan også opsøge jeres pedel som vil have tallene for sidste års elforbrug. For at finde prisen skal I gange antallet af kWh (kilo-Watt-timer) med ca. 0,6 kr. pr. kWh.

I kan regne med, at en vindmølleandel koster 4.500 kr. Hver andel producerer ca. 1.000 kWh strøm pr år og der regnes med en garanteret levetid på 20 år for jeres vindmølleandel. I kan altså regne med, at I sparer alle pengene til strøm i 20 år, hvis I køber vindmølleandele svarende til skolens forbrug.



#### Beregning af CO<sub>2</sub>-udslip pr. år:

En kWh el koster i gennemsnit 0,522 kg CO<sub>2</sub>-udslip. Samlet udslip pr. år uden vindmølleandele:

Gennemsnitligt elforbrug for et år: \_\_\_\_\_ kWh

(Se i kassen til højre, for hvordan man finder det gennemsnitlige elforbrug).

Hvor meget CO<sub>2</sub> udleder man, som følge af skolens el-forbrug?

(kWh pr. år) x (0,522 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh) = \_\_\_\_\_ CO<sub>2</sub>-udslip i kg

Hvis man i stedet får sin elektricitet fra vindmøller — hvor stort et CO<sub>2</sub>-udslip kan man så spare på de 20 år vindmøllen mindst vil holde?

\_\_\_\_\_ kg CO<sub>2</sub> på 20 år



#### Sammenlignet med en almindelig familie:

Et almindeligt elforbrug for en dansk familie på 4 personer er 5.000 kWh pr. år. Hvor mange kg CO<sub>2</sub> svarer det til?

\_\_\_\_\_

Hvor mange familiers CO<sub>2</sub>-udslip pr. år svarer skolens CO<sub>2</sub>udslip pr. år til?

\_\_\_\_\_

Beregn hvor mange vindmølleandele I regner med, at jeres skole skal bruge for at dække hele deres elforbrug med vindmølleandele. Find først skolens gennemsnitlige elforbrug pr. år. Tip: find jeres skole på [www.skoleforbrug.dk](http://www.skoleforbrug.dk). Klik på fanebladet "Udvikling" og brug forbruget fra mindst 3 år, til at beregne det årlige gennemsnit.

Beregn antallet af Vindmølleandele der skal til for at dække forbruget: (elforbruget i kWh pr. år) : (1.000 kWh pr. andel) = Antal vindmølleandele

Beregn prisen for fuld dækning med vindmølleandele: (antallet af andele) x (4.500 kr. pr. andel) = samlet pris for vindmølleandele

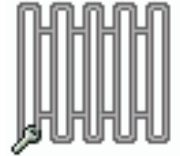
Beregn hvad jeres elforbrug koster for 1 gennemsnitsår: (elforbruget) x (0,6 kr. pr. kWh) = pris for el i et år

Hvor mange år går der før jeres vindmølleandele er tjent hjem?:  
(prisen for antal andele) : (prisen for el i et gennemsnitsår) = antal år

Beregn det samlede overskud på investeringen i vindmølleandele, når møllen holder i mindst 20 år:

(årligt elforbrug i kr. x 20år) – (samlet pris for vindmølleandele) = overskud

Hvorfor køber alle (familier, skoler, virksomheder, osv.) ikke vindmølleandele?



*Når man skal varme et rum op skal der bruges en varmekilde. I de fleste huse i Danmark er der radiatorer, hvor der kan løbe varmt vand igennem. Nogle steder bruger man elradiatorer og mange supplerer deres radiatorvarme med en brændeovn. Kvaliteten af varmen afgøres af hvordan radiatorerne er placeret i rummet, om de bruges lige meget eller om nogle af dem er slukket og om de kan levere varme nok til, at rummet kan blive behageligt varmt.*

### ***Gode råd om brug af Radiatorer***

#### Hav altid alle radiatorer i et rum tændt på samme niveau

En radiator, der er skruet helt op, er en dårligere og dyrere løsning end fire radiatorer, der afgiver 25% varme hver. Selvom én radiator let ville kunne klare varmebehovet i et rum, er det derfor mere økonomisk at indstille alle radiatorer på svag varme.

Af hensyn til bygningen skal alle lokaler helst være opvarmede. Den anbefalede temperatur er mellem 18 og 21°C grader i opholdsrum som klasselokaler/fagllokaler/ bibliotek o. lign.

Stor forskel på temperaturen i rummene kan give træk og kolde vægge. Det er derfor bedst af hensyn til indeklimaet at indstille temperaturen sådan at gangene fx er 18°C og klasselokalerne 21°C.

#### Indstil termostatventilen korrekt

Stil termostatventilen på radiatoren mellem trin 3 og 4. Dette giver en temperatur på mellem 18°C og 21°C. Hver streg betyder en 5-6% større varmeudgift!

#### Luk radiatorerne, når du lufter ud

Husk at skru ned for radiatorerne, når du lufter ud, ellers vil radiatortermostaten skru op, da der bliver koldt i lokalet og så spildes varmen.

#### Konvektor

Konvektorer er en slags varmlufradiator, der almindeligvis placeres under gulvniveau foran et ”gulv til loft” vinduesparti, hvor den skal hindre kuldene-fald (træk) fra vinduet ved hjælp af den kraftige opadgående luftstrøm, som dannes når konvektoren er varm (varm luft stiger opad).



## Undersøgelse: Varmekilder

**Bestem varmetabet gennem en ydervæg (en der vender ud mod omgivelserne) i jeres klasseværelse og hvor meget varme der er brug for når det er koldest udenfor.**

Nedenfor er angivet nogle standardværdier for hvor meget varme der tabes gennem en væg og et vindue (U-værdi). Med dem skal du beregne det største varmetab varmekilden skal kunne dække.

Man regner med at en varmekilde skal kunne dække forskellen mellem 20° indendørs og den koldeste temperatur det kan blive udendørs. De tal I kan se eller skal beregne nedenfor, skal I til sidst indføre i en formel til at beregne varmetabet.

Find areal af væg og vinduer i m<sup>2</sup>.

Arealet af væg, minus vinduerne, mod det fri er,  $A_{\text{væg}}: \text{--- m}^2$

Arealet af vinduerne i væggene er,  $A_{\text{vindue}}: \text{--- m}^2$

Hvor meget varme siver ud gennem vægge og vinduer?

U-værdien for en væg er typisk,  $U_{\text{væg}}: 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-værdien for et vindue er typisk,  $U_{\text{vindue}}: 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hvor koldt mener I det kan blive udendørs?

Temperaturen udenfor når det er koldest:  $T_{(\text{ude})}: \text{--- } ^\circ\text{C}$

Temperaturen inde i rummet er  $T_{(\text{inde})}: 20^\circ\text{C}$

Når det er koldest er varmetabet gennem arealet mod det fri:

$$(U_{\text{væg}} \times A_{\text{væg}} \times (T_{(\text{inde})} - T_{(\text{ude})})) + (U_{\text{vindue}} \times A_{\text{vindue}} \times (T_{(\text{inde})} - T_{(\text{ude})})) \\ = \text{--- Watt}$$

Jeres resultat fortæller, hvor mange watt varmekilderne i jeres klasseværelse altså mindst skal kunne levere for at holde

**Hvilken type opvarmning og styring er der på jeres skole?**

Find pedellen og spørg hvilken slags varmekilde skolen bruger. I skal derudover finde ud af hvordan anlægget styres – f.eks. om der er CTS-styring eller om det er manuelt indreguleret. I skal derudover spørge om der er nat- og weekendsækning.

Undersøgelse:

- Hvad er den nuværende varmekilde + styring?
- Begrund hvordan styringen fungerer og hvor gammelt skolens varmfyr/anlæg er (få svar fra pedellen)

Vurder om radiatorer og andre varmekilder er placeret fornuftigt. Bliver nogle ikke benyttet ordentligt? (se side 1)

Vælg:

- 1) Varmekilderne i skolen er placeret fornuftigt
- 2) Placeret ok, men med visse mangler
- 3) Bliver ikke udnyttet godt nok

**Undersøg også:**

Mål forskellige temperaturer i klasselokalet. – ved vindueskarm, ved døren, din siddeplads, ved gulvet - er der stor forskel på temperaturen?

Hvordan kan stor forskel i temperaturen genere jer?

---

---

---

---



## Undersøgelse: Varmekilder

### Registreringer til indtastning:

I har fundet ud af hvilken varmekilde, der er på skolen.

Vælg den af nedenstående valgmuligheder, der kommer tættest på:

A. Fjernvarmefyr (gammelt - over 15 år)

B. Fjernvarmefyr (nyt - 0-15 år)

C. Gasfyr (gammelt - over 15 år)

D. Gasfyr (nyt - 0-15 år)

E. Oliefyr (gammelt - over 15 år)

F. Oliefyr (nyt - 0-15 år)



### Mennesker er en afgørende faktor:

Det er ikke kun automatik og ny teknologi, der afgør hvor meget energi der kan spares. Den menneskelige faktor, hvad vi gør og ikke gør, har stor betydning for hvor meget energi vi bruger. Denne undersøgelse drejer sig om, at I skal se på, hvordan det er at opholde sig i jeres klasseværelse, og hvordan elever og lærere selv kan hjælpe med at spare energi.

### Undersøg følgende:

#### Mål temperaturen i 2 klasseværelser

Temp. klasselokale 1: \_\_\_\_\_ C

Temp. klasselokale 2: \_\_\_\_\_ C

Er der forskel på at være i dem? Er der for koldt eller varmt til at koncentrere sig om undervisningen?

#### Lugter der i klasseværelset?

Sjældent: \_\_\_\_\_ Engang imellem: \_\_\_\_\_ Ofte: \_\_\_\_\_

#### Hvor tit bliver der luftet ud i klasseværelset ?

Cirka antal gange: \_\_\_\_\_ pr dag

#### Er der lys nok til alle i klasseværelset?

Beskriv:

---

---

#### Hvor mange sygedage har skolens elever?

Cirka antal sygedage per måned, pr elev: \_\_\_\_\_

Beskriv andre ting, der kan være med til at gøre det ubehageligt at være i klasselokalet? (Det kan være vådt overtøj, stinkende madpakker, bagende sollys).

1: \_\_\_\_\_ 2: \_\_\_\_\_ 3: \_\_\_\_\_

### Hvad skal der gøres?

Den menneskelige faktor handler både om, hvad mennesker gør og hvordan de har det. Indeklimaet skal være i orden, så vi kan være godt tilpas indendørs. Når vi har det godt, har vi nemlig også mere overskud til at tænke over vores handlinger.

Tror I, at skolens elever ville have mere lyst til at passe på skolen og spare energi, hvis lokalerne var rarere at opholde sig i? På hvilken måde?

Hvilket problem ville være vigtigst at løse, hvis indeklimaet skulle forbedres?

Hvordan kunne man gøre det?

Ofte kræver forbedringer af indeklimaet dog, at man bruger energi eller laver ombygninger. Kræver jeres løsning, at man bruger mere energi, og er det el eller varme?

Er det nødvendigt, eller kunne man bruge mindre energi?



## Undersøgelse: Den Menneskelige Faktor

### Spar på energien!

Meget energi kan spares ved, at man selv gør noget og er opmærksom på ikke at frådse med energien. Her skal I komme med bud på hvor og hvordan I selv kan spare energi på skolen.

1) Hvilke ting på skolen kræver menneskelig aktivitet for at slukke?

---

---

2) Hvad koster mest – henholdsvis penge og CO<sub>2</sub>? Husk at mange små ting (lys, f.eks.) til sammen kan koste mere end f.eks. alle PC'er.

---

3) Husker lærere og elever at slukke for de vigtigste ting?

---

4) Hvad kan I gøre i jeres dagligdag for at spare energi på skolen?

---

---

5) Gør I det allerede? Hvorfor/hvorfor ikke?

---

---

### Opgave:

Vælg én måde elever og lærere på skolen kan være med til at spare energi på. Lav en plakat, der oplyser om den måde I har valgt og som er motiverende, spændende, interessant eller værd at huske!

### Registreringer til indtastning:

#### Er det behageligt at opholde sig i klasselokalerne på jeres skole?

A. Ja, skolens klasselokaler er behagelige at være i

B. Skolens klasselokaler er nogenlunde behagelige at være i

C. Nej, skolens klasselokaler er ikke behagelige at være i

#### Er eleverne på jeres skole gode til at spare på energien?

A. Ja, skolens elever er gode til at spare energi

B. Skolens elever er nogenlunde til at spare energi

C. Nej, skolens elever er ikke gode til at spare energi



Hvis det er koldt og du gerne vil have det varmt, kan du gøre flere ting. Du kan f.eks. tage noget mere tøj på og derved holde bedre på din kropsvarme, men du kan også skaffe varme andre steder fra. Er du udenfor kan det f.eks. være et bål, mens du indenfor må bruge andre varmekilder - f.eks. en brændeovn. Hvis du ikke hele tiden skal hælde brænde på, er det vigtigt at sørge for at huset er isoleret. Isolering handler om at adskille det varme fra det kolde, og derved sørge for, at varmen ikke har direkte kontakt med kulden. Prøv næste gang du er i et rum uden varme at åbne døren til et varmt rum. Varmen vil med det samme strømme ind i det kolde rum indtil der er samme temperatur i begge rum. Det samme sker fra et hus til omgivelserne. Jo dårligere der er isoleret, jo mere varme tabes der til omgivelserne.

I denne undersøgelse skal I se på jeres skole og bestemme varmetabet (**U-værdien**) gennem vinduet, taget og ydervæggen, så I ved hvor varmen siver ud og hvor der er brug for forbedringer. U-værdien (eller varmetabet) siger noget om, hvor meget varme der 'siver' gennem væg, tag eller vindue og ud i det fri.

### Tagets isoleringsevne

Det kan være svært at komme op under og ovenpå taget for at måle på isoleringen, og også temmelig farligt, men der er heldigvis en nemmere måde at anslå isoleringen af skolens tag på. Man har nemlig ikke altid gjort så meget ud af at isolere taget på bygninger, så derfor kan skolens byggeår give en ide om isoleringen af taget. Hvornår er jeres skole bygget?

Byggeår	Isoleringstykkelse	U-værdi [W/m <sup>2</sup> K]
<1960	<0-50mm	U = 1,73
1960-i dag	50-100mm	U = 0,32

Isoleringstykkelse: \_\_\_\_\_ mm

Isoleringens U-værdi: \_\_\_\_\_

### Vinduernes isoleringsevne

Vinduerne har ofte bygningens største varmetab, da vinduerne er en del, der specielt på skoler tit er dårligt isoleret.

For at kunne løse opgaven skal I finde ud af:

- Antallet af glaslag i vinduet (1 lag eller 2 lag)
- Er vinduet gammelt eller nyt? Dvs. I skal være opmærksomme på om vinduet ser slidt ud, om der er dug mellem glaslagene. Virker ruden sløret? Skaller malingen?

Afhængig af om I synes, at vinduerne virker gamle eller nye, samt antallet af glaslag, kan I bestemme vinduets U-værdi ud fra nedenstående tabel (nye 1-lags ruder har man ikke installeret længe, så de kaldes i skemaet 'gamle', selv om de kan se okay ud):

Antal glaslag	Nyt/gammelt	U-værdi [W/m <sup>2</sup> K]
1	Gammelt	3,2
2	Gammelt	2,7
2	Nyt	1,6

Hvilken U-værdi har jeres vinduer? \_\_\_\_\_



## Undersøgelse: Isolering

### Går varmen ud gennem væggen?

For at kunne bestemme U-værdien for ydervæggen er det nødvendigt, at I undersøger hvad ydervæggen består af.

Find ud af om væggens sider består af en af følgende materialer:

- Ydersiden af væggen kan enten bestå af mursten/beton eller træ/gips.
- Indersiden af væggen kan enten bestå af mursten/beton eller træ/gips.

Undersøg væggene udenfor og indenfor ved at banke og mærke på dem. Hvad består de af? Er de hvad de ser ud til at være? Selvom det ligner beton, kan det godt være mursten dækket af puds, så kig efter et sted hvor I kan se ind under overfladen — hvis det er puds over mursten, så er der tit et sted det er blevet slået af eller hvor der er en revne.

**Ydervæggen** er lavet af (sæt ring om):      mursten/beton      træ/gips

**Indervæggen** er lavet af (sæt ring om):      mursten/beton      træ/gips

Isoleringstykkelse	Ydervæg mursten/beton Indervæg mursten/beton	Ydervæg mursten/beton Indervæg træ/gips	Ydervæg træ/gips Indervæg træ/gips
0 mm	2,141	2,327	2,233
50 mm	0,572	0,584	0,578
100 mm	0,330	0,334	0,332
150 mm	0,232	0,234	0,233
200 mm	0,179	0,180	0,179

### Isoleringens tykkelse

Imellem væggenes yderste og inderste lag, er der et hulrum kaldet hulmuren. Hulmuren kan enten være helt hul dvs. uden isolering, eller der kan være isolering i muren. I skal nu finde ud af, hvor stort hulrummet i skolens mure ca. er.

#### 1. Undersøgelse af hulmure

Når man bygger et hus består murene af 2 dele – ydervæg og indervæg. Imellem de to er der et hulrum. I skal måle hvor tyk muren er fra inderst til yderst ved at åbne et vindue og måle afstanden fra yderste til inderste side af muren.

Murens tykkelse: \_\_\_\_\_ cm

Beregn hvor tykt et hulrum der er inde i muren, ved at trække yder- og indervæggens tykkelse fra murens samlede tykkelse. Som tommelfingerregel er tykkelsen af ydervæggen + tykkelsen af indervæggen = 22cm. Hulrummet i muren er derfor:

[Murens tykkelse] cm – 22 cm = \_\_\_\_\_ cm

**Hulmurens tykkelse:** \_\_\_\_\_ mm

#### Sammenhold oplysningerne

Igennem årene er man begyndt at lægge mere og mere isolering i murene når man bygger. Samtidig er det sjældent, at skoler bliver isoleret efter at de er blevet bygget. Ved at sammenholde målingen af hulmuren med byggeåret og materialet væggen er bygget af, kan I derfor finde ud af hvor god muren er til at holde på varmen og finde U-værdien i tabellen til venstre.

*Eks.*

*Hvis I har målt hulmuren til 100 mm, både inder- og ydervæggen er af mursten/beton og jeres skole er bygget før 1960, er der sandsynligvis ingen isolering. Hvis skolen i stedet er bygget i perioden fra 1960 til 1985 vil der være isoleret — og altså 100 mm isolering.*

**U-værdi** = \_\_\_\_\_

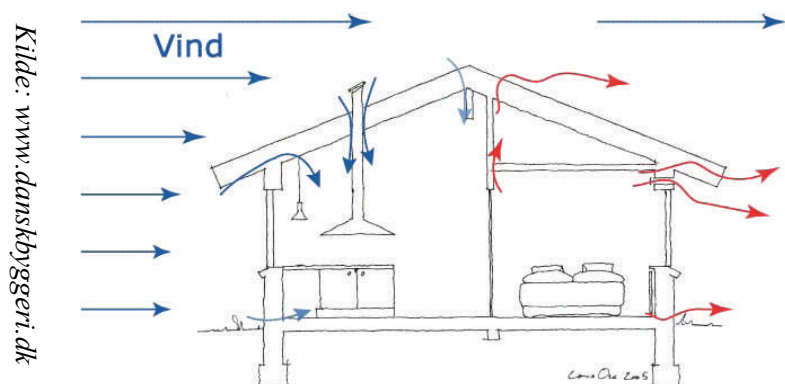


# Undersøgelse: Isolering

## Bygningens tæthed

En bygnings tæthed er et udtryk for hvor meget luft, der passerer gennem revner og sprækker i bygningens skal. En typisk bygning taber omkring en tredjedel af energien gennem utætheder i bygningen.

I figuren ses et utæt hus, hvor den kolde luft (blå) strømmer ind og den varme luft (rød) strømmer ud gennem utætheder.



Typisk findes der utætheder ved vinduer, døre, samlinger mellem gulv og væg, samlinger mellem væg og loft og ved gennembrydninger af tag eller ydervægge, f.eks. ved vinduer, døre eller elinstallationer.

Undersøg med en lighter-flamme om det trækker ind ved vinduer, døre i ydervægge, stikkontakter i ydervægge og paneler ved ydervægge. Det trækker ind, hvis flammen på lighteren blaffer når man holder det hen til vinduet/stikkontakten/etc. Man kan også mærke med en hånd om det trækker ind. Hvis man fugter hånden er det lettere at mærke.

Hvis det trækker ind de fleste steder er skolen ikke tæt. Hvis det kun trækker ind nogle få steder er skolen mellemtæt, og hvis det ikke trækker er skolen meget tæt.

Jeres skole er (sæt ring):

Utæt

Mellemtæt

Tæt

## Registreringer til indtastning:

### Resultat tag:

U-værdien er 1,73

U-værdien er 0,32

### Resultat vinduer:

U-værdien er 3,2

U-værdien er 2,7

U-værdien er 1,6

### Resultat væg:

U-værdien er mere end 0,32

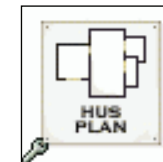
U-værdien er 0,32 eller lavere

### Resultat tæthed:

Utæt

Mellemtæt

Tæt



Når man i dag bygger en bygning, er der stor fokus på de passive energibesparelser, dvs. de energibesparelser, der kommer helt af sig selv på baggrund af godt design. Et godt design kan f.eks. være at placere vinduet, så der kommer meget lys ind udefra, så man undgår at tænde for lyset. Vinduet kan også bidrage med et varmetilskud. Når solen skinner ind af vinduet er solens stråler med til at varme rummet op, og dermed bruges der mindre varme. Samtidig må dagslyset ikke irritere personerne, der opholder sig i rummet, og det kan derfor være nødvendigt, at der også er en form for solafskærmning på vinduet.

Et dårligt design rent energimæssigt set, kan f.eks. være hvis de fleste af vinduerne i en bygning vender mod nord. Danmark ligger på den nordlige halvkugle af Jorden, så derfor skal et vindue vende, helt eller delvist, mod syd, hvis solen skal kunne skinne ind gennem det. En bygning består også af vægge, som isolerer bedre end vinduer. De fleste vinduer bør vende mod syd, og de facader, der vender mod nord, skal fortrinsvis være vægge med få vinduer.

### Funktioner i bygningen og placering

En anden ting man skal se på, er hvilke lokaletyper, der er placeret hvor. Det kan her være en god ide, at placere de funktioner, der kræver mindst lys mod nord, dette kan f.eks. være toiletter, gangarealer, gymnastiksal, kantine, bibliotek mm. For at udnytte dagslyset mest muligt, kan f.eks. klasselokaler, faglokaler, osv., være placeret mod syd, øst eller vest, da det er i disse lokaler skolens lærere og elever opholder sig mest og har brug for godt lys til deres arbejde. Ved valget af denne orientering er det også vigtigt at indtænke en solafskærmningsløsning til vinduerne, idet dagslyset ikke kun vil skabe et højere lysniveau i rummet, det vil også give anledning til blændingsgener og et højere varmetilskud til rummene — specielt på varme dage.

### Skolens placering i forhold til verdenshjørnerne

I skal registrere hvordan skolen er placeret i forhold til verdenshjørnerne og i hvilken retning størstedelen af facaderne vender. Tegn en skitse over skolens grund og bygninger — man skal kunne se kompasretningerne på tegningen.

Derefter skal i vurdere om man udnytter sollyset godt nok. Dvs. I skal vurdere om skolens vinduer er:

1) generelt godt placeret \_\_\_\_\_ 2) ok placeret, men med visse mangler \_\_\_\_\_ 3) dårligt placeret \_\_\_\_\_

Hvad ville I have gjort anderledes, hvis I skulle placere de samme bygninger på skolens grund?

---

---

---

---



## Undersøgelse: Indretning

### Overflade areal og 'det store udenfor'

I skal undersøge hvordan bygningen er udformet, dvs. hvor stort det ydre areal er i forhold til det indre areal. Jo mere kompakt en bygning er jo mindre er bygningens overflade mod "det store kolde ude" og jo mindre er varmetabet derfor.

Vælg en bygning som i sin form og højde kan repræsentere alle skolens bygninger — det vil tage alt for lang tid hvis I skal opmåle hele skolen.

### Udregning af det indre areal

Det indre areal drejer sig om gulvarealet — altså den lokaleplads elever og lærere kan opholde sig på indenfor skolens ydervægge. Det nemmeste er at gøre det for en hel bygnings grundareal ad gangen og ikke for hvert rum i bygningen. Opmål og beregn for arealet som de yderste vægge omkranser - gulvarealet går gennem alle indre mure, rum og gange, så at sige. Er der flere etager i samme bygning, kan man blot beregne en af etagernes gulvareal og gange med antal etager.

Invendig længde (m) x bredde af bygningen (m) = \_\_\_\_\_ (m<sup>2</sup>) gulvareal  
(Er bygningen ikke kvadrat/ rektangel, kan I beregne i mindre dele og lægge sammen)

### Udregning af det ydre areal

For at beregne kompaktheden af jeres skole, må også vide hvor stor skolens ydre overflade er. I skal derfor udregne arealet for facader og tag på alle skolens bygninger, hvorefter I lægger arealerne sammen.

Areal af facade (husmurene): Længde (m) x højde (m) = areal (m<sup>2</sup>)  
(Hvis I ikke kan måle højden af bygningen brug da en højde på 3 m pr. etage)

Samlet facadeareal for hele bygningen: \_\_\_\_\_

Areal af tag: Da taget dækker hele skolens gulvareal kan I regne med at tagets areal er 1,1 gange gulvarealet hvis taget er fladt og 1,3 gange gulvarealet hvis det er skråt.

Samlet areal af tag: [Gulvarealer i alt] x [1.1 eller 1.3] = \_\_\_\_\_

**Samlet ydre areal: (areal af tag + areal af facade) = \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>**

### Kompakthed

Bygningens kompakthed drejer sig om forholdet mellem det indre og ydre areal:  
Samlet ydre areal (m<sup>2</sup>) : Samlet indre areal (m<sup>2</sup>) = \_\_\_\_\_

Jo mere tallet nærmer sig 1 jo dårligere er skolens kompakthed og energiforhold. Et godt tal vil være at forholdet mellem det ydre og det indre areal er under 0,2. Et tal over 0,2 vil være gradvist dårligere.

### Lokaleplacering

I skal nu se på skolens største bygninger—dem med flest faglokaler (fysik, biologi, etc.). Vurder om lokalerne er placeret fornuftigt og om der kunne byttes om på nogle slags lokaler. Er de sydvendte lokaler dem der har brug for mest lys og er de nordvendte lokaler dem der har brug for mindst? Vender printerrum, filmlokale, depoter og andre lokaler, der ikke har nytte af solens lys væk fra solen? Se evt. s1.

Hvad ville I have gjort anderledes mht. placering af lokalerne?

Afskærmning og sollys — Hvilke lokaler får for meget sollys eller for meget varme?

### Registreringer til indtastning:

Med den viden I nu har om skolens bygninger, i hvor høj grad vil I så mene at man kan ændre på placeringen af skolens bygninger og vinduer, så den bliver mere energirigtig?

A. Mulighed for store forbedringer

B. Mulighed for mindre forbedringer



På en skole bruges en meget stor del af elforbruget til belysning og computere. Det er derfor ofte meget billigt at gøre elforbruget på en skole mindre, ved at undersøge og ændre på måden belysningen fungerer på. I denne undersøgelse skal I finde ud af, hvor meget el jeres skole bruger til belysning og udstyr. Metoden er at undersøge et enkelt område, finde ud af belysningstype og udstyr pr. lokale af den type og så gange med antallet af den type lokaler.

### Hvilken type belysning er der mest af på skolen:

Er der flest glødepærer (almindelige elpærer der bliver varme når de lyser), lysstofrør (af lange runde rør, der blinker lidt når de tænder) eller elsparepærer (pærer i lofts/væg-lamper, som ikke bliver varme)?

Type belysning: \_\_\_\_\_

### Hvor mange lamper/armaturer er der på gangene og i klasserne?

I skal tælle antallet for 2 typer områder: 1) klasselokaler/faglokaler, 2) gang/fællesrum (f.eks. kantine, bibliotek) - find 1 lokale af hver slags og tæl:

Antal lamper/armaturer\* i klasselokale/faglokale: \_\_\_\_\_ stk.

Antal armaturer gang/fællesrum: \_\_\_\_\_ stk.

### Find det samlede antal lamper/armaturer på skolen

A) Antal armaturer i klasselokaler i alt på hele skolen: antal armaturer pr. klasselokaler/faglokaler x antal klasselokaler = \_\_\_\_\_

B) Antal armaturer på gange/fællesrum i alt på hele skolen: antal armaturer pr. gang x antal gange = \_\_\_\_\_

\*: Armaturer er et ord for lamper, lyskasser i loftet til lysstofrør og lignende 'holdere' til lyskilder.

C) I alt antal lamper/armaturer på hele skolen: Resultatet fra A + B = \_\_\_\_\_ lamper

### Hvor meget strøm bruges der på lys?

I boksen ovenfor fandt I ud af, hvilken type belysning, der er mest af— glødepærer, lysstofrør eller elsparepærer. Nedenfor kan I se hvor mange Watt hver slags pære bruger og hvor længe de holder. De tal kan I bruge til at udregne det ca. energiforbrug til belysning på skolen pr. år og til at anslå hvilken type pære der i længden er billigst.

**Glødepærer: 60W**

pris 12,5kr, levetid: 1.000 timer

**Lysstofrør: 36W**

pris 64kr, levetid: 9.000-13.000 timer

**Elsparepærer: 15W**

pris 85kr, levetid: 6.000-12.000 timer

**([Antal armaturer på skolen (C)] x [forbrug for typisk lampe (W)] x 200 skoledage pr. år x 8 timer pr. dag) : 1000\*\* = \_\_\_\_\_ kWh pr. år**

Prisen for skolens elforbrug til belysning: Antal kWh pr. år x 0,60 kr. pr. kWh = \_\_\_\_\_ kr.

\*\*= man dividerer med 1000 for at få W omregnet til kW

Hvad mener I der kan gøres for at få dette forbrug nedsat?



# Undersøgelse: Belysning og udstyr

## Skolens computere

- Hvor mange computere findes der på skolen? \_\_\_\_\_
- Hvilken type computere findes der overvejende (stationær computer med almindelig skærm, stationær computer med fladskærm, bærbare computere) \_\_\_\_\_

## Hvor meget energi bruger computere når de er tændt?

Hvis I har et SparOmeter (til at måle elforbruget) kan I selv måle på den mest almindelige computer på skolen (det er muligt at låne SparOmeteret fra Skolernes EnergiForum, [www.skoleenergi.dk](http://www.skoleenergi.dk)).

Ellers kan I benytte værdierne fra tabellen::

Computer type	I brug [W]	Standby [W]
Stationær med almindelig skærm	200	4,1
Stationær med fladskærm	110	2,8
Bærbar	65	1,9

For at lave beregningen er der lige endnu en ting I skal overveje, og det er hvor længe computerne står tændt. Er de tændt hele døgnet? Tændt i 5 timer? Evt. andet? I skal bare give et overslag over hvor længe computerne er i brug, og tage en gennemsnitsværdi for alle computerne.

Computernes elforbrug når de er i brug: \_\_\_\_\_ Når de er på Standby: \_\_\_\_\_

## Elforbrug til skolens computere pr. dag [kWh]beregnes:

((Antal computere x (Elforbrug pr. computer i brug x timer i brug) : 1000)

+

((Antal computere x (Elforbrug pr. computer på standby x timer på standby:1000)

= \_\_\_\_\_ kWh/dag energiforbrug til computere.

Hvad er energiforbruget i kWh/år? \_\_\_\_\_

Prisen for 1kWh er 1,5kr.

Hvad er den årlige udgift til at have computerne tændt? \_\_\_\_\_

## Registreringer til indtastning:

### Hvilken slags belysning er der mest af på skolen?

Glødepærer eller lysstofrør

Normal lavenergi belysning

### Bliver lyset styret?

Er der opsat bevægelsessensorer på skolen (tænder og slukker noget af lyset automatisk når der er nogen i rummet eller på gangen)? Er der dagslysstyring (slukker lyset automatisk hvis det er lyst nok i rummet/på gangen)?

Styring?

Ja

Nej

### Hvilken slags computere er der flest af på skolen?

Stationære computere med almindelig skærm

Stationære computere med fladskærm

Bærbare computere