



Drivhus- effekten

- En pjece om de menneskeskabte
KLIMA-PROBLEMER-

Befolknings-eksplosionen
Brundtland-rapporten
Kernkraft Skovrydninger
Kul Olie Naturgas

Temperatur stigninger?
Ændret nedbør?
Havstigninger?
Flere orkaner?

En **REO**-pjece.

Landsforeningen REEL ENERGI OPLYSNING (REO) har siden 1976 forsøgt at påvirke udviklingen på **ENERGI-området** på en sådan måde, at de **forsyningsmæssige, økonomiske og miljømæssige fordele og ulemper** blev vurderet **MED SAMME MÅLESTOK - FOR ALLE ENERGIKILDER.**

Især KERNEKRAFTENS miljøfordele er i den danske debat blevet imødegået med forskellige "skrækkampagner". Debatten i Danmark startede kort efter "energikrisen" i 1973/74, og foreningen **REO** blev stiftet i 1976.

Trods en ihærdig indsats fra mange kompetente energifolks side endte debatten med en folketingsbeslutning i 1985, hvorefter kernekraften ikke længere skulle indgå i den danske energiplanlægning.

- **Denne beslutning kan naturligvis ændres.** Meget tyder på, at den voksende forståelse for "de globale klimaproblemer" vil føre til en holdningsændring.

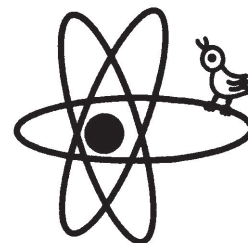
Derfor er det vigtigt, at befolkningen og politikerne får korrekte oplysninger.

REO udgiver medlemsbladet REN ENERGI, udarbejder pjecer, arrangerer foredrag og skriver artikler og kommentarer til pressen og til vore politikere.

Ønsker du at støtte dette arbejde, opfordres du til at blive medlem af REO. - Desuden modtager REO meget gerne praktisk og økonomisk støtte til arbejdet.

Landsforeningen REEL ENERGI OPLYSNING (REO). Mølledamsvej 10, 3460 Birkerød. Tlf: 42 81 10 04. Postgiro: 3 00 07 53.

Tekst og tegninger: Holger Skjerning, Danmarks Ingeniørakademi, 2800 Lyngby.

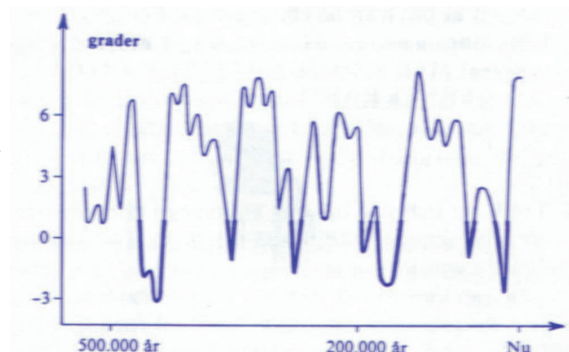


Udgivet med støtte fra tipsmidlerne. ISBN-nr: 87-88021-27-0.

Jorden - "Vor blå planet"

Vor klode har gennemlevet mange forandringer i de milliarder af år, den har eksisteret. Jordens bane omkring Solen ændrer sig hele tiden lidt, så afstanden til Solen (og jord-aksens hældning i verdensrummet) varierer. I lange perioder, **istiderne**, har jordoverfladens temperatur derfor været 5-10 grader lavere end nu. Se figuren.

Disse variationer har været **"naturlige"**, - og planter, dyr og mennesker har måttet bukke under eller flytte nærmere Ækvator under istiderne. I de lune perioder har nye planter og dyr udviklet sig.



Temperaturen på vore breddegrader varierede ca. 10° gennem de sidste fem istider.

Nu er **menneskenes aktiviteter** begyndt at påvirke livsbetingelserne på Jorden.

- Det er aldrig sket før.

Man kan sige, at menneskene er igang med vort hidtil største eksperiment:

- **VI ÆNDRER PÅ JORDENS VARMEBALANCE UDEN AT KENDE KONSEKVENSERNE! -**

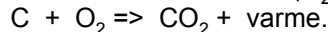
Mange undrer sig nok over, at vi "små mennesker" kan ødelægge noget af betydning. "Der er jo oceaner af luft og havvand omkring os!"

Men prøv at forestille dig **Jordkloden** som en kugle med en diameter på **en meter**, - så vil luftlagets (atmosfærens) tykkelse kun være **ca. 5 mm**, og de dybeste have vil være **1 mm dybe!** Tænk på, at der næsten bor 6.000.000.000 mennesker på Jorden. - Så er det lettere at forstå, at naturen ikke kan nå at "omsætte" de stoffer, vi udsender, når vi producerer industrivarer, og når vi varmer op i vore huse, bruger elektriske apparater, kører bil, flyver o.s.v....

Det største problem er CO₂ (Kuldioxid)

Alle FOSSILE BRÆNDSLER danner CO₂.

Når vi brænder fossile brændsler (= olie, kul og naturgas) samt træ, halm, o.s.v, dannes der kuldioxid. Alle disse brændsler indeholder kulstof (C), og når de forbrændes, går kulstoffet sammen med luftens ilt (O₂) og danner CO₂:



FORSKELLIGE BRÆNDSLER danner ikke lige meget CO₂:

Hvis du f.eks. vil opvarme 1 liter vand fra 10 til 100 grader, dannes der:

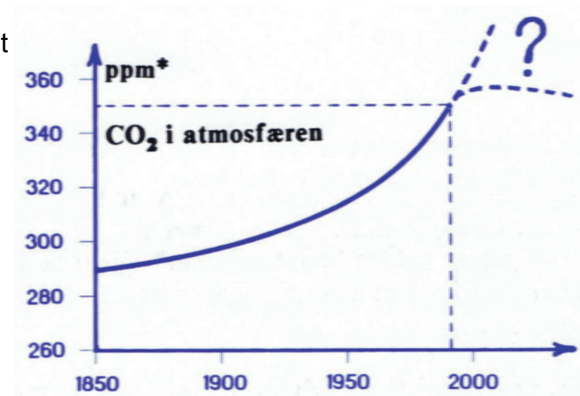
fra kul:	20 liter CO ₂ .
fra olie:	15 liter CO ₂ .
fra naturgas:	12 liter CO ₂ .

Afbrænding af træ, halm osv. (=biomasse) danner også CO₂, men disse brændsler har under væksten optaget samme mængde CO₂, som der frigives ved forbrændingen. Hvis man nøjes med at brænde overskudstræ, påvirker det derfor ikke Jordens varmebalance. (Læs om skovrydninger side 11).

Den dannede CO₂ ved forbrænding af kul, olie og naturgas er i virkeligheden CO₂, der blev optaget for over 100 millioner år siden. Dengang var der mere CO₂ i atmosfæren, og temperaturen var derfor meget højere end i dag. - Det er således "opsamlet energi" fra mange millioner af år, vi nu brænder af på få hundrede år!

Kernekraft samt vandkraft og andre vedvarende energikilder udsender **ikke** CO₂. Se side 8 og 10.

Allerede ca. 1860(!) påpegede englænderen Tyndali, at kulforbrænding ville hæve indholdet af CO₂ i atmosfæren, og at jordoverfladens temperatur ville stige.



Atmosfærens indhold af CO₂ vokser hvert år.

*ppm betyder "parts per million" (=millionte dele).

Hvad er drivhus - effekten?

Drivhuseffekten skyldes, at luftens indhold af CO_2 , metan, freon, lattergas m.fl. vokser hvert år.

Disse gasser kaldes "drivhusgasser", **fordi de lader lys trænge igennem** (de er gennemsigtige), mens de **bremser** (absorberer) **varmestråler**.

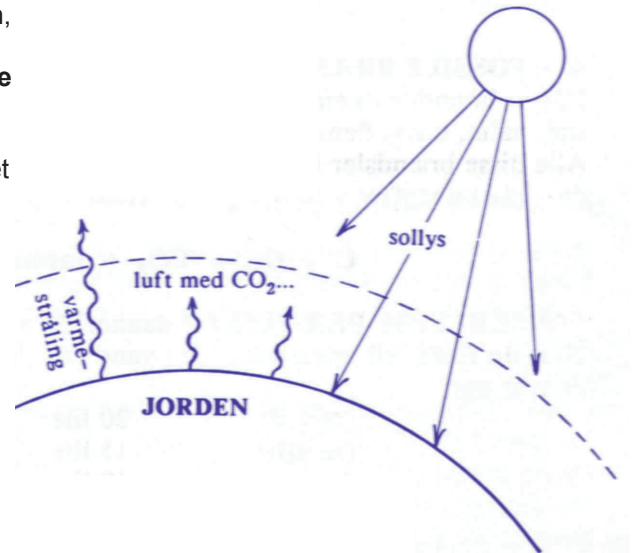
Når der bliver flere drivhusgasser i atmosfæren, kan sollyset altså stadig nå ned til jordoverfladen og varme jorden og havet op. Denne varme sendes fra jordoverfladen tilbage til verdensrummet som varmestråler.

Men nu kan Jorden ikke så let komme af med sin varme, fordi strålingen bremses af drivhusgasserne i atmosfæren.

Da Jorden jo **skal** af med varmen, må **jorden og havet derfor blive lidt varmere**. (Ligesom en radiator, - hvis man pakkede den ind i glasuld!).

Hvis vi skal være helt præcise, har der altid været en vis "drivhuseffekt" på Jorden. Faktisk ville vor Jord være 33 grader koldere, hvis der slet ikke var drivhusgasser (herunder vanddamp) i atmosfæren!

Vores PROBLEM er altså, at vi ØGER DRIVHUSEFFEKTEN.



Drivhuseffekten på Venus:

Atmosfæren på Venus indeholder ca. 96% CO_2 , og temperaturen er 465 grader! - Uden CO_2 ville temperaturen være ca. 20 grader.

Ordet DRIVHUS-EFFEKT er faktisk lidt forkert: Et drivhus bliver varmt, fordi sollyset kan trænge ind gennem glasset og varme jord og planter op, - men varmen "blæser ikke så let væk", fordi der er læ i drivhuset!

Er temperaturen steget?

- og hvor meget vil den stige?

DE STORE KLIMA-MODELLER.

Der er enighed om, at temperaturen vil stige. - Men hvor meget? Klimatologer har beregnet, at en **fordobling af de menneskeskabte drivhusgasser** i atmosfæren vil hæve middeltemperaturen mellem 2 og 4 grader. -

Noget mere ved polerne og lidt mindre ved Ækvator.

Siden 1850 er mængden af CO₂ i atmosfæren steget ca. 25% (fra 280 ppm i 1850 til 350 ppm* 1989).

Da de øvrige drivhusgasser (metan, freon, lattergas..) tilsammen har omtrent samme virkning som CO₂, kunne temperaturen allerede nu været steget mellem 1,5 og 2 grader! Omhyggelige målinger viser, at temperaturen i gennemsnit højst er steget ca. en halv grad. Se figuren.

- Forklaringen kan være, at havet er mange år om at blive opvarmet (der er mere end en milliard kubik-kilometer havvand!). -

Vi har altså ca. 1,5 grads opvarmning tilgode, - også hvis mængden af drivhusgasser pludselig holdt op med at vokse!

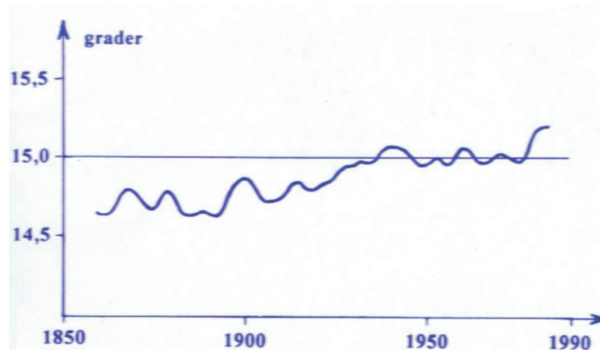
Klima-beregningerne viser, at også **nedbør, vinde** og måske **havstrømme** vil ændres. Desuden vil **havets overflade stige** p.g.a. vandets varmeudvidelse, og fordi noget af indlandsisen smelter.

ANDRE DRIVHUS-GASSER.

Menneskeskabt kuldioxid (CO₂) har ansvaret for ca. 60% af drivhuseffekten. De sidste 40% skyldes især metan, freon og lattergas.

METAN er hovedbestanddelen i naturgas. Derfor vil den voksende anvendelse af naturgas medføre udslip af metan. Da uforbrændt metan "virker kraftigere" end CO₂, er det vigtigt, at vi i fremtiden undgår metanudslip, - både ved gasudvinding og ved brug af naturgas. Metan udsendes også ved risdyrkning og fra husdyr, især okser.

*) ppm betyder "parts per million" (=millionte dele)



Jordens middeltemperatur gennem 130 år.

FREON bruges som kølemiddel i køleskabe, fryser og varmepumper. Nogle typer skumplast er fyldt med freon, og endelig bruges freon som rensningsmiddel i elektronik-industrien. - Der arbejdes overalt i verden på at finde produkter, der kan erstatte freon. LATTEGAS (N₂O) dannes ved forbrænding ved lav temperatur og kan dannes i de øverste jordlag ved nedbrydning af gødning.

Freon nedbryder også ozonlaget i stratosfæren. Derved kan mere ultraviolet lys trænge ned til jordoverfladen til skade for dyr og planter. - Dette har ikke noget med DRIVHUSEFFEKTEN at gøre.

Brundtland-rapporten

- FOR MANGE MENNESKER bruger FOR MEGEN ENERGI -

I 1984 nedsatte FN et udvalg, **Brundtland Kommissionen***, der skulle udarbejde "et globalt program for ændringer". Udvalget udsendte i foråret 1987 Brundtland-rapporten under navnet "Vores fælles fremtid". **Den beskriver den forventede udvikling gennem ca. 50 år, altså frem til år 2040:** - Befolknings-udviklingen, energi- og fødevarerressourcerne, vækstmulighederne i i-landene og u-landene, - og de globale forureningsproblemer, der vil følge med.

Desværre er rapporten "meget svag", når det drejer sig om konkrete **løsninger på problemerne**. - Især på to væsentlige punkter var der politisk uenighed i kommissionen:

Begrænsning af **befolknings-tilvæksten** og øget anvendelse af **kernekræft**.

På energiområdet **anbefaler** Brundtland-rapporten store besparelser og effektiviseringer: **i-landene bør halvere energiforbruget pr. indbygger inden år 2040, og u-landene må højst bruge 30% mere pr.**

indbygger. - Tager man befolkningsudviklingen med i regnestykket, vil disse meget kraftige begrænsninger medføre et samlet energiforbrug i år 2040, der er ca. 10% større end nu! - Foruden dette, skal der altså ske effektive omlægninger, hvis vi ønsker at reducere** CO₂-udsendelsen!

*) Kommissionens formand var den norske statsminister Gro Harlem Brundtland.

**Standes skovrydningerne (side 11) vil CO₂-udsendelsen falde yderligere 25%. Udbygges kernekraften (side 8 - 9) med blot 4% om året, kan CO₂-udsendelsen reduceres yderligere ca. 35% i 2040.

Kernekraften er en del af løsningen

- Men hvorfor netop kernekraft ??

En af de løsningsmodeller, der nævnes i Brundtlandrapporten er, at vi kan "vælge at udvikle kernekraften ("atomenergien") ud fra en overbevisning om, at de dertil knyttede problemer og risici kan og må løses med en grad af sikkerhed, som er både nationalt og internationalt acceptabel".

Mange (bl.a. REO) har gennem de sidste femten år sagt, at en udbygning af kernekraften kan være med til at redde Jorden fra den voksende drivhuseffekt. - Simpelt hen **fordi kernekraft ikke udsender CO₂ og andre skadelige gasser.**

KERNEKRAFT KAN FORSYNE OS MED BÅDE STRØM OG VARME.

Varmen og elektriciteten, der kommer fra et kernekraftværk, dannes ved spaltning af især uran-235 i brændsels-stavene. For hver ton uran, der spaltes, dannes en ton højradioaktivt affald og 7,5 TWh (= 7.500.000.000 kilowatt-timer) elektricitet.

DET HØJRADIOAKTIVE AFFALD GEMMES VÆK.

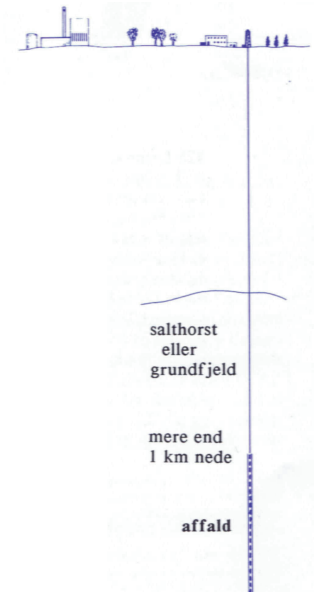
Hvis **Danmarks årlige elforbrug** (= 30 TWh/år) skulle dækkes alene ved kernekraft, skulle der spaltes ca. 4 tons uran. Det højradioaktive affald ville kun "fylde" 5-10 kubikmeter! - Det kan derfor deponeres dybt i undergrunden, så det ikke gør skade.

- DETTE ER KERNEKRAFTENS STØRSTE FORDEL -

- Man kan sige, at affaldet ligger mere sikkert her, end uranen ligger i de fleste uranminer! - Desuden skal der deponeres en del lav- og mellemradioaktivt affald.

(Se REO's pjecer om **kernekraft, radioaktivt affald og stråling**).

De svenske projekter til deponering af kernekraft-affald blev godkendt, før de sidste seks reaktorer blev startet. CO₂ KAN også deponeres! — Hvis den dannede CO₂ udskilles og presses sammen, kan den pumpes dybt ned i havet (eller i oliefelter?), så den ikke påvirker miljøet i en årrække. Men det er både dyrt og energikrævende!



Kernekraften - på vej op..



Kernekraftens "vækst gennem 30 år

*) Hvis disse kernekraftværker var kulfyret (som i Danmark), ville der udsendes to mia. tons CO₂ mere om året! Ca. 7% mere end nu.

Uran- ressourcerne

Ofte læser man, at der kun er uran til 20 eller 50 år. - Men det er helt forkert. Uran findes næsten overalt: i jorden, i granit og i havvand. Der er f.eks. 25 gram i hver m³ granit på Bornholm og ca. 5 gram i hver m³ havejord! - I uranminerne findes det naturligvis i større mængder.

Verdens tilgængelige uranressourcer er **mange millioner tons**, men prisen vil stige en del, når den "dårligere" uranmalm skal udnyttes. (Alene i Kvanefjeldet på Grønland er der f.eks. uran nok til at dække Danmarks elforbrug i mere end 50 år).

Til det nuværende antal kernekraftværker, vil der kunne brydes uran til **nogle hundrede års drift**, og hvis man benytter de mere avancerede **"formerings-reaktorer"****, er der uran til **mange tusind år**.

**) World Energy Conference angiver (1989) mængden af billig uran (under 130 \$/kg) til ca. 4 mill. tons. **) I en formerings-reaktor omdannes uran—238 til reaktor-brændsel, og uranet udnyttes derfor bedre.

Andre "rene" energikilder

Vedvarende energi nævnes ofte som en løsning på energiproblemerne. Der tænkes her på solenergi, vindkraft, bølgeenergi og biomasse/biogas. De færreste er klar over, at den eneste vedvarende energikilde, der har betydning i global målestok, er **vandkraften**. - Den leverer (1991) ca. 20% af verdens elektricitet (eller 6% af verdens energiforbrug). I de fleste i-lande vil de øvrige vedvarende energikilder **højest kunne blive et supplement**. - Simpelt hen, fordi de ikke kan levere energi "til tiden".

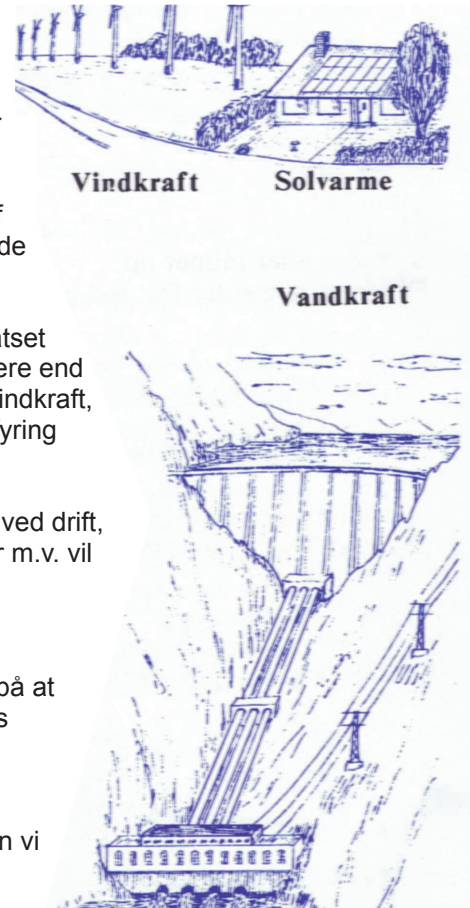
Danmark er det industriland i verden, der siden energikrisen i 1973/74 har satset kraftigst på vedvarende energi. Vi har bl.a. bygget ca. 3000 vindmøller for mere end en milliard kroner. - Alligevel kom (i 1990) **mindre end 1 % af energien** fra vindkraft, solenergi og biogas tilsammen! - Regner man derimod affalds-, flis- og halmfyring med, blev det til ca. 4%. Vindmøllerne i Danmark leverede i 1990 **ca. 2% af elektricitets-forbruget**.

Vandkraft, solenergi, vindkraft m.fl. udsender - ligesom kernekraft - ikke CO₂ ved drift, men fremstillingen af materialerne og opbygningen af kraftværker, vindmøller m.v. vil naturligvis medføre en vis forurening.

FUSIONS-ENERGI

Gennem årtier har hundreder af fysikere og teknikere i hele verden arbejdet på at udnytte fusionsenergi til el-og varmeproduktion. Solen og stjernerne får deres energi ved at sammensmelte (fusionere) tunge **brint**-atomer til **helium**. Den nødvendige brint findes i almindeligt vand.

Det er yderst vanskeligt at få processen til at fungere i et kraftværk, fordi temperaturen skal op på omkring **100 millioner grader**. - Hvis det lykkes, kan vi tidligst om nogle årtier få glæde af denne næsten uudtømmelige energikilde.



De globale skovrydninger

Almindeligt SKOVBRUG påvirker IKKE CO₂ - balancen!

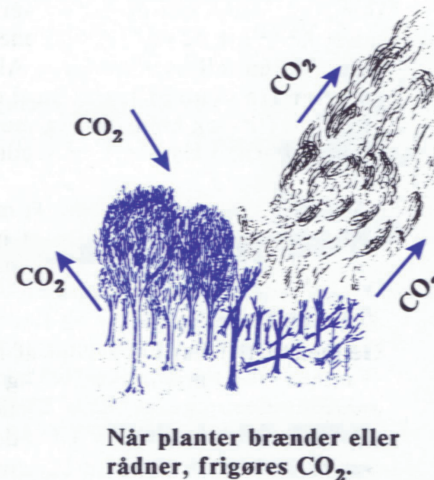
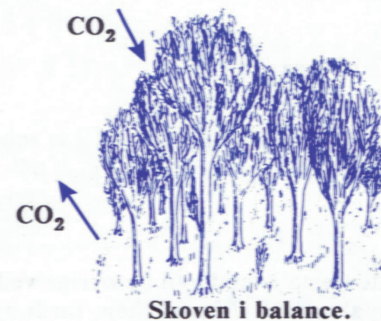
En almindelig dansk skov er normalt "i balance". Det betyder her, at den optager lige så megen CO₂ (ved fotosyntesen), som der frigives, når træet brændes eller rådner op. Det samme gælder for andre slags "biomasse", f.eks. halm.

Benyttes træet til byggeri, møbler eller papir, vil der naturligvis gå længere tid, før den "bundne" CO₂ slippes fri igen.

De globale SKOVRYDNINGER øger DRIVHUS-EFFEKTEN.

Desværre ryddes der langt mere skov på Jorden, end naturen kan nå at erstatte. Man regner med, at ca. 100.000 km² skove hvert år ryddes, uden effektiv genplantning. - Det er mere end to gange hele Danmarks areal! - Det meste af træet brændes for at skabe landbrugsjord. Men få år efter er jorden udpint, og ny skov ryddes. - Denne udvikling bør de rige lande bremse ved at støtte u-landenes landbrugs-programmer.

Afbrænding af disse skovområder udsender en CO₂-mængde, der svarer til 30-40% af hele verdens afbrænding af olie, kul og naturgas tilsammen! Ved at bremse denne skovrydning og i stedet beplante egnede områder, kan en væsentlig del af bidraget til DRIVHUSEFFEKTEN fjernes. - Men det kræver en samlet international indsats.



Hvordan kan vi bremse drivhus-effekten

De kommende klimaproblemer (DRIVHUS-EFFEKTEN) skal modvirkes på mange måder:

1. Vi bør supplere med anden vedvarende energi, hvor det er fornuftigt (side 10).
2. Vi må standse de tropiske skovrydninger, og evt. tilplante i stedet! (side 11).
3. Vi skal udnytte energien mere effektivt (side 7).
4. Vi skal bremse befolkningstilvæksten i verden (side 7).
5. Vi bør erstatte mest muligt fossilt brændsel med kernekraft (side 4, 8 og 9).
6. Vi bør udnytte mere vandkraft, hvor det er acceptabelt (side 10).
7. Endelig kan det blive nødvendigt at ændre en del "vaner" og holdninger, f. eks. begrænse flyrejser, bilkørsel, bolig-komfort o.s.v.

Vil du vide mere, kan du på biblioteket finde:

Drivhuseffekten. Fenger og Laut. Fiskers forlag. 1989.

Vores fælles fremtid (Brundtland-rapporten). FN-forbundet og Mellempøkeligt Samvirke. 1987.

Værd at vide om drivhuseffekten. REO's

informationsblad nr.4. 1985.

REO's videoprogram "**REN ENERGI - et debatprogram...**" (20 minutter) kan lånes ved henvendelse til EFC-KRAK VIDEO. Tlf. 45 83 66 00.

Spørgsmål om de i pjecen omtalte globale ENERGI/MILJØ-emner og specielt om KERNEKRAFT kan rettes til:

REO, Mølledamsvej 10, 3460 Birkerød. Tlf: 42 81 10 04, - eller (forfatteren): 42 33 45 11.

