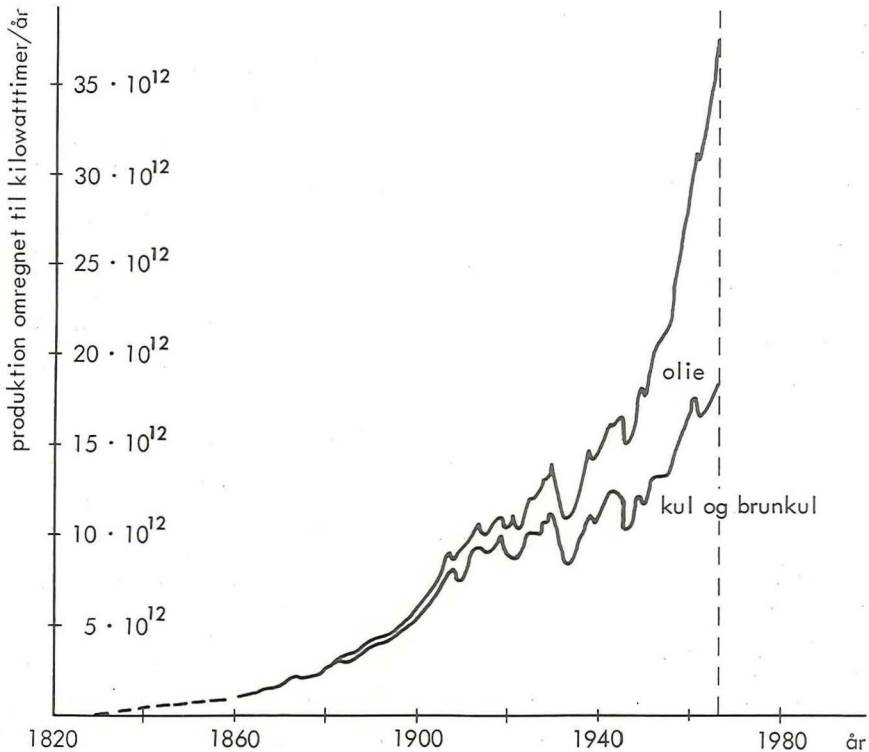


energikrise og geologi

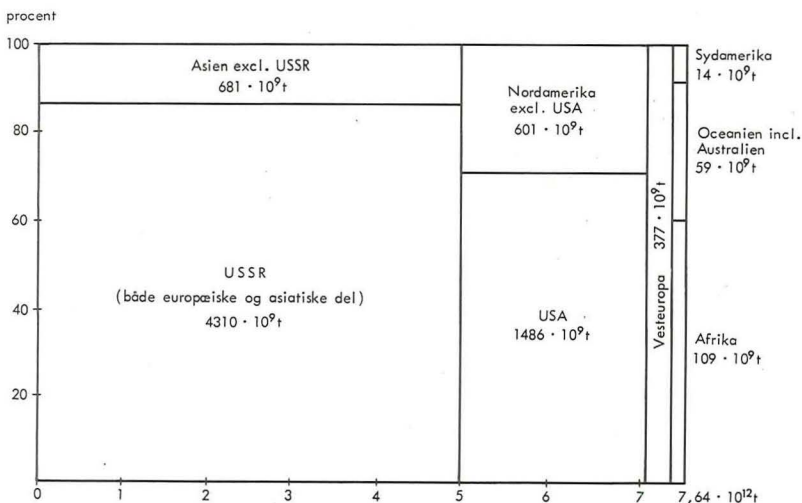
af Henning Sørensen

Siden cirka år 1860 har rigeligheden på geologisk dannede energiråstoffer, først og fremmest de såkaldte fossile brændsler været en væsentlig årsag til de industrialiserede landes økonomiske vækst og udvikling. Indtil da var træ den dominerende energikilde. De fossile brændsler omfatter tørv, kul, olie og naturgas.

Kul har ganske vist været benyttet som brændsel i 700-800 år, men indtil år 1860 i beskeden målestok. Det var James Watt's opfindelse af dampmaskinen, som satte gang i udnyttelsen af jordklodens beholdning af fossilt brændsel.



Den globale anvendelse af olie og kul omregnet til kilowatttimer/år.
(efter M.K.Hubbert, 1969)



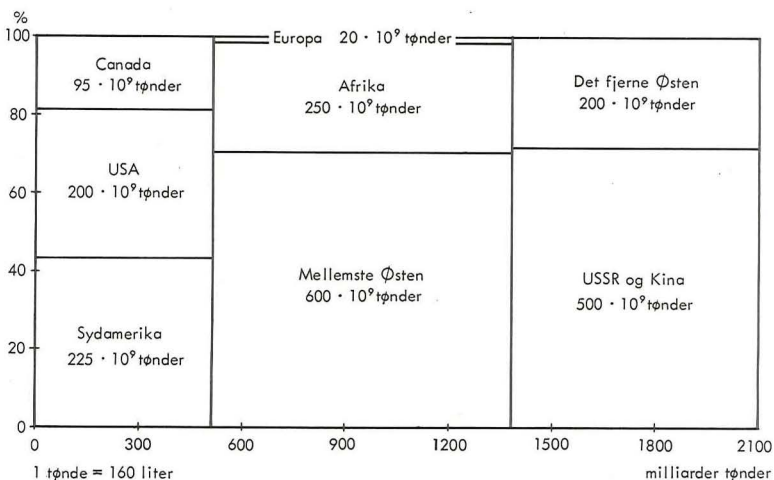
Jordklodens totale udnyttelige kulreserver på $7,64 \times 10^{12}$ ton fordelt på områder.

(Efter M.K.Hubbert, 1969, Scientific American, sept. 1971).

Kul var den vigtigste energikilde indtil 1965, da olie overtog rollen som det vigtigste energiråstof. I årene fra 1860 til 1914 steg forbruget af kul gennemsnitligt 4,4 % om året, svarende til en fordobling på 16 år. I årene efter 1914 voksede forbruget af kul med cirka 1 % om året, dog i de seneste år med 3,5 % pr. år svarende til en fordoblingsperiode på 20 år. Kul dækker nu cirka 30 % af den globale energifremstilling.

Olie blev først udvundet i kommerciel målestok i Rumænien i 1857 og i USA i 1859. Forbruget voksede langsomt til cirka 1890, siden da er produktionen steget med cirka 7 % om året svarende til en fordobling hvert tiende år. Det vil sige, at vi i de sidste cirka 10 år har brugt lige så meget olie, som der blev brugt fra 1857 til cirka 1960. Produktionen ventes at toppe omkring år 2000, hvilket indebærer, at omkring 80 % af den totale oliebeholdning vil være brugt i løbet af blot cirka 60 år. Olie dækker nu 50-60 % af jordens energiforbrug. I 1970 blev 17 % af den producerede olie udvundet fra undersøiske oliefelter.

Naturgas er kommet senere ind i billedet end kul og olie og dækker nu cirka 10 % af den totale energiproduktion. Indtil 1940'erne benyttede man især gas fremstillet ud fra kul til opvarmning og i husholdningerne, mens man samtidig lod kolossale mængder naturgas gå til spilde i oliefelterne. Naturgas har imidlertid siden da fortrængt den syntetiske gas i mange lande. I USA for eksempel er forbruget af naturgas i gennemsnit vokset med 6-7 % pr. år siden 1940'erne. Denne voldsomme vækst er dels betinget af gassens gode egenskaber, dels af en prispolitik, som har an-



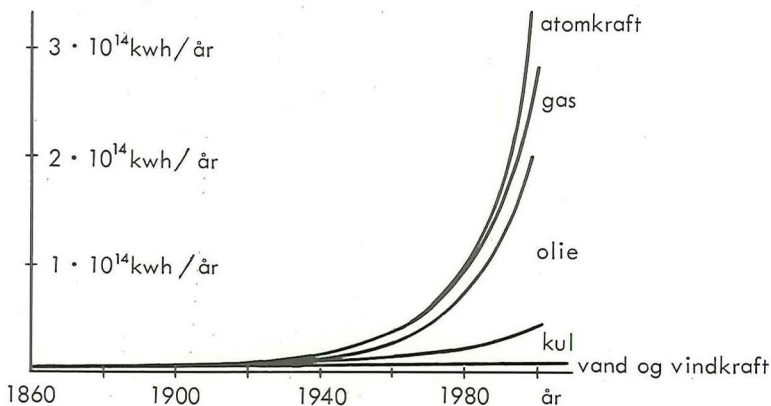
De totale ressourcer af olie, også i endnu uopdagede forekomster angivet i milliarder tønder (å 160 l).

(Efter M.K.Hubbert 1971, Scientific American, sept. 1971).

sporet USA's industri, el-værker og befolkning til at gå over til gas. Et resultat heraf er, at produktionen af naturgas i USA nu er ved at toppe, og at man kan begynde at se en ende på reserverne. Det er en af årsagerne til de seneste års energikrise i USA, og man må imødesee, at det igen vil blive nødvendigt at fremstille gas ud fra kul i løbet af få år.

Ovenstående oversigt viser, at de fossile brændsler dækker mere end 90 % af den totale energiproduktion. De øvrige registrerede energikilder, først og fremmest vandkraft og atomkraft, dækker tilsammen kun få procent af det nuværende energiforbrug. Hertil kommer den lokale anvendelse af træ, tørv, vandkraft og vindkraft, som ikke indgår i statistikken. Det skønnes, at træ for tiden bidrager mere til energiforsyningen end uran, men udviklingen synes at gå i retning af, at atomkraft baseret på uran vil levere op mod halvdelen af el-energien i slutningen af dette århundrede.

Væksten i energiforbruget er væsentlig hurtigere end væksten i Jordens befolkningstal. Menneskeheden fordobles hvert cirka 30 år, mens energiforbruget fordobles hvert cirka 10 år. Det indebærer, at energiforbruget pr. indbygger nu vokser 1,0 % om året i USA, men 1,3 % i gennemsnit for indbyggerne i den øvrige del af verden. USA's befolkning, som udgør 6 % af jordklodens befolkning, tegner sig imidlertid for cirka 33 % af det totale energiforbrug. En stigning på 1%/år/indbygger i USA er derfor en væsentlig større post end væksten pr. indbygger i den øvrige del af verden. Den lavere stigningstakt i USA er dog et udtryk for, at USA er nærmere ved at være mættet med energi end den øvrige del af verden.



Væksten i energiforbruget fordelt på råstoffer. Angivet som kilowatt-timer/år.

Et spørgsmål, som mange - også geologer - stiller, og har stillet lige siden tyverne, er, om den forhåndenværende beholdning af energiråstoffer vil kunne blive ved med at levere de stadig større energimængder, som er en forudsætning for fortsat vækst i levestandarden for alle Jordens folk? Indtil for få måneder siden blev sådanne advarende udtalelser afvist som urealistiske, og det er da også en kendsgerning, at de opmålte reserver af olie og gas har været støt stigende gennem de seneste tiår, på trods af det stærkt voksende forbrug. Der var således i 1938 påvist reserver af olie til dækning af det daværende forbrug i 15 år, i 1950 var tilsvarende påvist reserver til 25 års forbrug og i 1968 til 30 år. I mellemtiden var forbruget endda flerdoblet. Der har også periodevis været overskuds kapacitet i en række olieproducerende lande.

Påpegningen af den risiko, der er forbundet med, at en meget betydelig del af de kendte oliereserver findes i ganske få lande - til dels såkaldt politisk ustabile lande, og ikke mindst i Mellemøstens arabiske lande - blev også afvist, blandt andet under henvisning til de kortvarige og ubetydelige følger af Suez-kanalens lukning i 1967. Så sent som i september 1973 udtalte den administrerende direktør for et af vore store el-selskaber, at den da erkendte energiforsyningskrise i USA først og fremmest skyldtes lokale forhold, nemlig prispolitikken med hensyn til naturgas og miljøaktivisternes succes med at forsinke udbygningen af kraftværkerne. Han mente ikke, at denne lokale knaphed på olie ville brede sig til andre lande, idet han skønnede, at der ville være rigelige mængder olie til rådighed i de nærmeste århundreder, og at der også er store reserver af gas og kul. Miljømæssige og prismæssige forhold kunne dog hindre en udbygning i den ønskede takt. De politiske forhold i det mellemste Østen blev ikke anset for nogen trussel mod olieforsyningen.

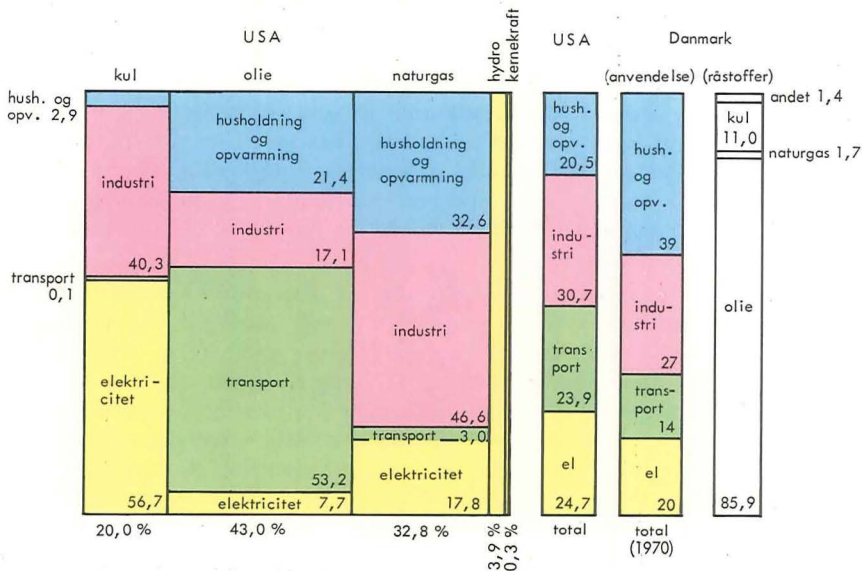
Men begivenhederne i oktober 1973 viste netop, at olieforsyningen kan bringes i fare af de politiske forhold i Mellemøsten, og dermed indtraf den fra flere sider forudsete knaphed på olie tidligere end selv de mest

pessimistiske af eksperterne havde ventet det. Den nuværende situation er ikke et udtryk for, at der er en global oliemangel. Men de prisstigninger, som de olieproducerende lande har indført, har bevirket, at forsyningsforholdene vil være væsentligt ændrede - selv når der igen lukkes op for oliehanerne.

Energi har til nu været billig og mange mener for billig. Sammenlignet med prisudviklingen iøvrigt har energiprisen faktisk været faldende indtil for få år siden.

Højere priser på olie, naturgas og kul vil gøre alternative energikilder attraktive, ja måske bidrage til at fjerne en af ulemperne ved kraftfremstillingen, nemlig spildvarmen, idet det formentlig nu vil kunne betale sig at udnytte denne varme til opvarmning med mere.

Oliekrisen kom nogle ti år tidligere end skønnet af en række af de eksperter, som har udtalt sig om dette spørgsmål. At en knaphed på olie og naturgas nødvendigvis må indtræde på et eller andet tidspunkt er en direkte følge af den stærke vækst i energiforbruget. Fortsætter væksten i forbruget af olie med samme fart som gennem de seneste år, vil det for eksempel kræves, at der hvert år skal findes to nye oliefelter af samme størrelse som det nye store felt i Alaska - såfremt forholdet mellem reserve og årlig produktion skal være opretholdt i 1980. De store fund af olie og gas i Nordsøen vil formentlig kun kunne dække 15 % af Vesteuropas



Energiforbruget i USA og Danmark i 1970 fordelt på anvendelser og råstoffer. Tallene angiver den procentvise fordeling. (Data for USA efter H.C.Hottel og J.B.Howard, 1971, for Danmark efter Bent Elbek, 1973 og V.Buchwald, 1973).

skønnede energibehov i 1980 - ja, produceres der som ventet 3 millioner tønder olie pr. dag i Nordsøen i 1980, vil produktionen kun dække væksten i Vesteuropas energibehov fra nu til 1980. En energimængde svarende til det nuværende forbrug og væksten i forbruget efter 1980 skal dækkes gennem import.

De dystre perspektiver understreges af, at de er baseret på skøn over de totale olieresourcer, det vil sige de kendte olieletter plus de endnu ikke opdagede letter, som man mener må findes i jordklodens sedimentbassiner. De tidligere skøn over oliereserverne omfattede kun kendte og opmålte forekomster i kendte olieletter. Selv om de forskellige skøn over de totale olieresourcer afviger betydeligt, er forskellene dog ikke større, end at de med den forventede vækst i forbruget kun svarer til få tiårs forbrug af olie. Skønnene over de totale olieresourcer er baseret på det nu erhvervede kendskab til størrelse og opbygning af jordklodens sedimentbassiner, også de undersøiske på sokkelområderne, samt til den oliemængde man kan pumpe op fra tilsvarende bassiner, hvor olie er påvist og er under udvinding.

Man må altså konstatere, at der uundgåeligt vil blive knaphed på olie, om ikke nu, så i løbet af få tiår. Det må samtidig erkendes, at de færreste lande har ført en så fremsynet energipolitik, at de ikke vil blive ramt af en international energikrise. Canada er et af de få lande, som har sikret sin energiforsyning. De fleste lande, og blandt dem Danmark, har slet ikke haft og har fortsat ikke nogen energipolitik. Man har troet fast på, at olie og gas fortsat ville flyde i en rigelig og billig strøm og har efterhånden opgivet andre energiråstoffer af prismæssige, praktiske eller miljømæssige grunde. Og nu står man så med risiko for mangel på olie og gas og uden at have alternative energikilder inden for umiddelbar rækkevidde. Det gælder jo for alle alternative muligheder, at enten er de endnu ikke udviklet, idet man ikke har investeret i den nødvendige forskning, eller også tager det 5 til 10 år fra beslutning er truffet til energiforsyning kan etableres.

I forskningen rettet mod udvikling af alternative energikilder og i jagten på nye forekomster af energiråstoffer indgår geologisk viden og geologiske metoder i meget betydelig grad. Mange geologer er allerede beskæftiget inden for energisektoren - først og fremmest ved prospektering efter nye forekomster samt som driftsgeologer i olieletter, kulminer, uranminer og så videre. Der er også ydet en betydelig indsats med hensyn til udvikling af nye prospekteringsmetoder, og omfattende undersøgelser er udført for at forstå det geologiske miljø og de processer, som frembringer forskellige energiråstoffer. Trods dette må det konstateres, at store arbejdsområder er mere eller mindre uopdyrkede, og at der er behov for en intensiveret geologisk indsats på energiområdet. Disse arbejdsletter vil blive behandlet i efterfølgende artikler, som vil blive koncentreret om geologiske aspekter af kerneenergi, fossile brændsler, geotermal energi (jordvarme), samt vandkraft og andre såkaldt alternative energiformer.