

Marts 1981 med tilføjelser februar 1983 og  
januar 1987.



Økonomien ved kernekraft er dårlig, fordi kernekraftværker ofte er ude af drift.

**Kort svar:** Nej, de faktiske erfaringer fra næsten alle kanter af verden viser, at forbrugerne sparer penge, når deres elektricitet kommer fra kernekraftværker fremfor kulkraftværker, som repræsenterer det eneste reelle alternativ til kernekraft i fremtiden.

Nogle steder i verden har kernekraftværkerne været ude af drift oftere end kulkraftværkerne, men dette forhold har haft mindre betydning for elektricitetsprisen end prisen på brændslet til kraftværkerne.

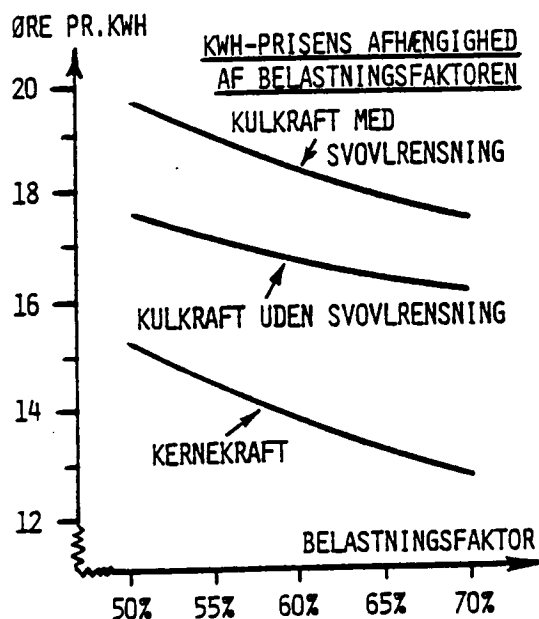
Kernekraftens økonomi er iøvrigt næsten uafhængig af fremtidige prisstigninger på uran. Derimod er prisen på elektricitet fra kulkraftværker særdeles påvirkelig over for prisstigninger på kullet.

**Langt svar:** Økonomien ved forskellige typer kraftværker afhænger af flere forhold. De vigtigste er brændselspriserne, investeringen i værkerne, værkernes driftspålidelighed samt lønninger og andre driftsomkostninger.

Driftspålideligheden kan ofte beskrives ved kraftværkernes belastningsfaktor\*, som er forholdet mellem den faktisk producerede elektricitetsmængde og den teoretiske el-mængde, værket havde produceret, hvis det havde været i drift på maksimal effekt hele tiden.

I nogle lande har kernekraftværkernes belastningsfaktor været mindre end kulkraftværkernes, men økonomiske beregninger viser, at belastningsfaktoren har langt mindre indflydelse på den endelige el-pris end brændsels-prisen (se nr. 201 og 423). Figuren på næste side viser da også, at kulkraften under alle omstændigheder er dyrere end kernekraften, selv om man fiktivt gør kernekraften mindre driftssikker end den faktisk er og fiktivt sætter en større belastningsfaktor for kulkraften. (Se nr. 514 om de økonomiske erfaringer i flere lande)

Men hvorfor er kraftværkerne så ikke el-producerende hele året rundt? For det første skal kernekraftværker normalt have skiftet brændsel en gang om året, hvor de må lukkes. Samtidigt foretager man også det almindelige eftersyn af resten af anlægget. Alene denne stilstandsperiode under brændsels-skiftet bevirker, at et kernekraftværk sjældent når op over en årlig belastningsfaktor på 80%. Det vil altså sige, at værket sjældent producerer mere



Figurens kurver er taget fra de økonomiske vismænds rapport fra juni 1980 om kraftværksøkonomi. I dag regner man med en kulpris, der er betydeligt større end antaget i vismændenes rapport, så kernekraftens fordel vil være endnu større end figuren viser.

end 80% af det teoretisk maksimale gennem et helt år.

Da el-selskaberne selv kan bestemme, hvornår brændselsskiftet skal ske, lægger man det sædvanligvis i sommerhalvåret, hvor behovet for elektricitet er lavere end om vinteren. Herved kommer stoppet under brændselsskiftet ikke til at betyde så meget for økonomien. Det årlige eftersyn, som også olie- og kulfyrede værker skal igennem, lægges af samme grund også om sommeren.

For det andet kan alle kraftværkstyper blive udsat for ikke-planlagte stop på alle tider af året. Ventilatorer, pumper, rørledninger m.v. kan komme ud for driftsforstyrrelser og kræve en reparation, inden værket kan køre videre. I praksis viser det sig derfor, at den årlige belastningsfaktor ofte bliver noget mindre end de ovennævnte 80%. Tabellen nedenfor viser, hvordan belastningsfaktoren har været de seneste år i forskellige geografiske områder - og opdelt på trykvands-reaktorer\* (PWR) og kogendevands-reaktorer\* (BWR).

År	1978	1979	1980	1981	1982
<u>PWR</u>					
USA	68,7	56,5	54,5	59,4	57,8
Vesteuropa	78,5	65,7	69,6	70,1	61,9
Japan	52,8	28,0	59,6	58,9	63,8
<u>BWR</u>					
USA	62,6	58,4	54,6	56,5	54,4
Vesteuropa	57,9	50,6	56,4	63,4	69,0
Japan	46,6	61,9	62,4	57,0	66,9

Tabellen viser, at den gennemsnitlige belastningsfaktor varierer fra sted til sted og fra år til år.

Endvidere har nogle fabrikater af kernekraftværker oftest en højere belastningsfaktor end andre, og nogle el-selskaber har højere belastningsfaktorer end andre el-selskaber. (Svarende til at nogle biltyper er mere driftssikre end andre, og at nogle bil-ejere har en bedre måde at vedligeholde deres bil på end andre bil-ejere).

Når de danske el-selskaber skal købe kernekraftværker har de derfor muligheden for at vælge den type og det fabrikat, der har vist de bedste belastningsfaktorer - og de har mulighed for at udvælge den bedste uddannelse af personalet og de bedste programmer for vedligeholdelse og drift af værkerne. Man kan derfor regne med, at de danske kernekraftværker vil få en høj belastningsfaktor.

En nøjere undersøgelse viser endvidere, at det sjældent har været selve reaktor-delen på kernekraftværkerne, der har svigtet og dermed formindsket den årlige belastningsfaktor. Hyppigst har der været tale om fejl i turbine-, kondensator- eller generatorsystemet. Disse komponenter findes også på kul- og oliefyrede kraftværker og kan efter svigt på disse værker være med til at begrænse deres belastningsfaktor. I perioden 1968-78 var den gennemsnitlige belastningsfaktor for store kul- eller oliefyrede kraftværker (mindst 400 MW) i Vesteuropa 70%.

I flere af de mindre lande i Vesteuropa, Danmark ofte sammenlignes med, har man de senere år haft høje belastningsfaktorer for kernekraftværkerne. I perioden fra 1980 til 1985 var tallene således:

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Belgien:	81,5%	84,0%	82,3%	75,8%	87,1%	82,7%
Finland:	58,8%	71,9%	82,0%	86,7%	91,9%	89,3%
Holland:	90,2%	78,8%	83,2%	76,6%	78,2%	82,4%
Sverige:	71,2%	65,7%	65,3%	60,0%	75,7%	73,7%
Schweiz:	80,3%	85,2%	84,2%	87,2%	89,1%	83,0%

For disse lande er derfor tale om belastningsfaktorer, der i middel ligger væsentligt over 70%, som gerne benyttes i danske beregninger over kernekraftens fordel.

(I tabellen er de enkelte værkers belastningsfaktorer vægtet i forhold til værkernes elektriske størrelse.)



Marts 1981



Set ud fra et valutamæssigt og beskæftigelsesmæssigt synspunkt vil de vedvarende energikilder være mere fordelagtige end kernekraft.

**Kort svar:** Ved en overfladisk beregning kan det godt se ud, som om påstanden er korrekt, men den kan ikke stå for en nøjere analyse. Og iøvrigt kan de vedvarende energikilder ikke opstilles som et alternativ til kernekraften. Alternativet til kernekraft er kulkraft, og her har kernekraften både i valutamæssig og beskæftigelsesmæssig henseende en stor fordel.

**Langt svar:** De tal, der har været brugt til at underbygge denne påstand, er sædvanligvis baseret på et regnestykke, der viser, at 1 mill.kr. investeret i vedvarende energi vil give færre valutaudgifter og mere dansk arbejde end 1 mill.kr. investeret i kernekraft.

De tal, der har været benyttet til dette bevis, har varieret en del i tidens løb. Derfor skal der her gennemgås et eksempel med nogle gennemsnitstal, og til slut anføres et par eksempler baseret på konkrete forudsætninger.

Det antages, at omkring 30% af investeringen i den vedvarende energikilde er valutaudgifter, dvs. indkøb af komponenter og materialer m.m. Ved en samlet investering på 1 mill.kr. er da 300.000 kr. valutaudgifter, mens 700.000 kr. er danske udgifter, der benyttes til aflønning af dansk arbejdskraft ved fremstilling og montage af den betragtede vedvarende energikilde. (De valutaudgifter, der direkte er knyttet til "driften" af den danske arbejdskraft, antages medregnet under de 30% valutaudgifter).

Ved en gennemsnitlig årsløn på 117.000 kr. kan man beskæftige 6 danskere i et år for de 700.000 kr.

Ved en investering på 1 mill.kr. i kernekraft kan man som en middelværdi regne med omkring 60% valutaudgifter dvs. 600.000 kr. Med de resterende 400.000 kr. kan man da beskæftige 3,4 danskere i 1 år.

Disse tal viser således, at det er en valutamæssig og beskæftigelsesmæssig fordel at investere 1 mill.kr. i vedvarende energi frem for i kernekraft.

Men regnestykket har imidlertid ikke meget med virkeligheden at gøre. Det, det drejer sig om, er at sikre energiforsyningen på bedste og billigste måde - herunder med hensyntagen til valutamæssige og beskæftigelsesmæssige forhold. Typisk vil det være nødvendigt at investere 2-3 gange så meget i vedvarende energi som i kernekraft for at opnå en bestemt årlig energiproduktion. I ovenstående eksempel skal der da investeres 2-3 mill.kr. i vedvarende energi mod 1 mill. i kernekraft. Derved bliver valutaudgifterne for den vedvarende energikilde 600-900.000 kr. og beskæftigelsesvirkningen 12-18 danskere i arbejde et år mod kernekraftens 600.000 kr. valutaudgifter og 3,4 personer i arbejde et år. (De sparede 1-2 mill.kr. kunne da tænkes benyttet til aflønning af 8,5 -17 danskere i et år ved andet samfundsnyttigt arbejde, så "kernekraft-løsningen" ville give mindre valutaudgifter, mere dansk beskæftigelse, og foruden energi ville man kunne få andre samfundsnyttige produkter).

Ovenstående er stort set kun teori, for ved en realistisk bedømmelse skal man også tage hensyn til driften af energisystemerne - og ikke blot til opbygningen. For kernekraften skal man da tage hensyn til drifts- og brændselsudgifter. For de vedvarende energikilder skal der tages hensyn til driftsudgifter - samt de udgifter, der er knyttet til de energianlæg, der skal supplere disse, når vinden ikke blæser, solen ikke skinner osv.

Beregningerne bliver nu komplicerede, og svaret vil ikke være helt entydigt. Men for de store vindmøller til el-produktion vil resultatet omtrent være følgende, idet der regnes med kulfyrede "støtte-kraftværker", der skal erstatte vindmøllerne, når vinden bliver for svag.

	Pris pr. kWh	Valutaudgift pr.kWh
Kernekraft	ca. 15,0 øre	ca. 8,5 øre
Vindkraft + kulfyrede støt-tekraftværker	ca. 29,3 øre	ca. 16,5 øre
Kulkraft alene	ca. 24,8 øre	ca. 18,0 øre

---

Tallene i tabellen er baseret på prisforholdene efteråret 1980, og der er regnet med en realrente på 7% p.a. og en real-prisstigning på 2% p.a. for brændsel. Vindmølle-priserne er baseret på en serieproduktion af forenklede "Nibemøller".

Et stort kernekraftværk på 1300 MW ville da spare omkring 600 mill.kr. om året i valutaudgifter i forhold til vindkraft + støttekraft og omkring 700 mill.kr. i forhold til kulkraft alene.

Se også nr. 517 og 921.





Marts 1981



De økonomiske vismænds rapport om kernekraft viser, at det ikke vil være en økonomisk fordel for Danmark at indføre kernekraft.

**Kort svar:** Vismændenes rapport siger tværtimod, at indførelsen af kernekraft i Danmark vil give en besparelse på ca. 500 millioner kr. om året i perioden 1980-2020. I beregningerne er vismændene gået ud fra prisniveauet for 1979 med hensyn til investeringer og brændsel. Allerede ved fremkomsten af vismændenes rapport i juni 1980 var kulprisen steget betydeligt mere end antaget i vismandsrapporten. (se nr. 506)

De 500 millioner kr. om året er derfor en kraftig undervurdering af kernekraft-fordelen.

**Langt svar:** Vismændenes rapport siger tværtimod, at det vil være en økonomisk fordel at indføre kernekraft i Danmark.

Vismændene sammenligner i rapporten økonomien ved kulkraft og ved kernekraft, som er de eneste realistiske energikilder for elektricitetsproduktion i mange år fremover.

Det erkendes i rapporten, at der er en betydelig usikkerhed på vurderingen af den fremtidige fordel ved kernekraft. Det skyldes først og fremmest, at det er svært at spå om kulprisen. Det er også af stor betydning, om man regner med installation af svovlfiltre i fremtidige kulfyrede kraftværker. Usikkerheden på byggeomkostningen og driftsforhold spiller også ind, men er dog ikke af så stor betydning som usikkerheden på kulprisen.

Endelig betyder den fremtidige rente en del for den økonomiske vurdering. Vismændene har her valgt en ret høj beregningsrente (7% realrente, dvs. 7% over den årlige inflationsprocent). Det er til fordel for kulkraftens økonomi. De har endvidere ikke medtaget omkostninger til installation og drift af svovlfiltre\*, hvilket også er til fordel for kulkraften. Endelig er der regnet med en kulpris, der kun langsomt (2% p.a.) vokser op fra 1979 niveauet. Denne antagelse er også til fordel for kulkraften.

Alligevel finder vismændene, at det første danske kernekraftværk, der kan igangsættes i 1992-93 årligt vil spare det danske samfund for ca. 235 millioner kr. (1979-kroner).

Antager man i stedet en lavere beregningsrente

---

(4-5%), og regner man med installation af svovlfiltre samt antager en fordobling af kulprisen i løbet af 15 år, vil det første danske kernekraftværk give en årlig fordel på næsten 1 milliard kr.

De antagelser om beregningsrente og brændselsprisens udvikling, der er til den største fordel for kernekraftens økonomiske konkurrenceevne, er også til fordel for de vedvarende energikilders økonomi. Det er her interessant at bemærke, at en anden dansk "energi-redegørelse", nemlig varmeplanudvalgets\* 3. delbetænkning, der fremkom om trent samtidigt med vismandsrapporten, har benyttet en beregningsrente på 5% p.a. Den har endvidere antaget, at brændselsprisen stiger med 5% p.a. fra 1979-niveauet - hvilket fører til en fordobling af brændselsprisen omkring 1995. Formålet med denne betænkning var bl.a. at undersøge de vedvarende energikilders konkurrenceevne.

I det følgende er nævnt betydningen af forskellige ændringer i antagelserne bag vismændenes rapport. Alle tal refererer til den årlige fordel på 235 millioner kr. for det første kernekraftværk i 1992-93.

1. Hvis kulprisen stiger så hurtigt, at den er fordoblet i 1995 og herefter holder sig konstant, vil det give kernekraften en yderligere fordel på ca. 550 millioner kr., altså ialt 785 millioner kr. I den rapport om regeringens kommende energipolitik, der blev offentliggjort i december 1980, regnes der med, at kulprisen kan stige endnu hurtigere end her anført.
2. Hvis der skal indføres effektive svovlfiltre (80-90%) på kulfyrede kraftværker, vil kernekraftværkets fordel stige ca. 150 millioner kr.
3. Hvis man benytter en beregningsrente på 5% p.a. i stedet for vismændenes 7%, vil det give kernekraften en yderligere fordel på 40 millioner kr.
4. Hvis man antager, at det koster 10% ekstra at bygge et kernekraftværk, vil det formindske kernekraftværkets fordel med 50 millioner kr. Omvendt vil fordelene forøges med 50 millioner kr., hvis kernekraftværket bliver 10% billigere.
5. Hvis belastningsfaktoren, dvs. udnyttelsesgraden for kernekraftværket, bliver 70% i stedet for 65% som antaget af vismændene, forøges kernekraftens fordel med 35 millioner kr. Omvendt vil fordelene formindskes med 35 millioner kr., hvis belastningsfaktoren bliver 60%.

Marts 1981



Elselskaberne bekæmper private vindmøller ved at give meget lavere priser for vindmølle-elektricitet, end de tager for deres egen strøm.

**Kort svar:** Nej. Ejere af private vindmøller får fuld betaling for elselskabernes besparelser af brændsels- og driftsudgifter. Og ser man nærmere på der samlede regnskab for en vindmølleeejer, fremgår det klart, at der er tale om en for ejeren meget fordelagtig ordning med såvel elselskabet som staten.

**Langt svar:** Den almindelige retningslinie for salg af elektricitet fra private vindmøller til elselskaber er, at vindmølleeejeren får en betaling for den leverede el, der svarer til den direkte besparelse i brændsels- og driftsudgifter, som el-selskaberne herved opnår. Når en vindmølle producerer elektricitet, mindskes brændselsbehovet på det kraftværk, der ellers skulle have leveret elektriciteten. Sælges elektriciteten derfor til el-selskabet, får ejeren en betaling, der svarer til det sparede brændsel. I henhold til retningslinierne betales der endda ti procent ekstra, fordi man sparer lidt ved at undgå elektriske tab i ledningerne fra kraftværket, som måske ligger langt fra forbrugsstedet.

Tilkoblingen af en vindmølle til nettet sparer derimod ikke el-selskaberne for at skulle investere i bygningen af nye kraftværker, da man ikke kan styre el-produktionen fra vindmøllen. Den fremkommer jo i takt med vinden. Alligevel får vindmølleeejeren en ekstra betaling som om halvdelen af vind-elektriciteten kunne styres i takt med forbruget.

Derimod har el-selskaberne stadig de fulde udgifter til afskrivning og forrentning af de eksisterende kraftværker og ledningsnet, ligesom der ikke er mindre omkostninger til administration. Tværtimod.

For efteråret 1980 gjaldt det, at en vindmølle-ejer modtog godt 20 øre pr.kWh (kilowatttime), der leveredes til el-nettet. Heraf er de ca. 17 øre sparede brændselsudgifter.

For den elektricitet, der leveres til vindmølle-ejeren, når det blæser for lidt, betales derimod ca. 53 øre pr. kWh til elselskabet.

De 53 øre pr. kWh er sammensat således:

Brændsel	17 øre pr. kWh
Forrentning, afskrivning og administration	14 øre pr. kWh
Afgifter til staten: bestående af 12,5 øre el- afgift pr. kWh + 22% moms	22 øre pr. kWh

Man opdager ved en nærmere betragtning, hvor fordelagtige de pågældende regler i virkeligheden er for vindmølle-ejeren. En tænkt situation før og efter installation af en privat vindmølle gennemregnes nedenfor, for yderligere at anskue fordelene.

Det antages, at den vordende vindmølle-ejer har et årligt el-forbrug på 30.000 kWh. Det svarer til et større el-opvarmet hus. Vindmøllen antages at kunne producere 40.000 kWh pr. år, hvoraf ejeren selv kan bruge halvdelen.

Før installation af vindmøllen er situationen:

Køb fra elværket:

30.000 kWh á 0,53 kr/kWh	15.900 kr/år
I alt at betale for forbrugeren	15.900 kr/år

Efter installationen af vindmøllen er situationen:

Køb fra elværket:

10.000 kWh á 0,53 kr/kWh	5.300 kr/år
--------------------------	-------------

Salg til elværket:

20.000 kWh á 0,20 kr/kWh	4.000 kr/år
I alt at betale for forbrugeren	1.300 kr/år

dog + mølleomkostninger!

Elselskabets tab på grund af vindmøllen er:

20.000 kWh á 0,14 kr/kWh (forrentning, afsætning, administration)	2.800 kr/år
--	-------------

Statens tab i afgifter på grund af vindmøllen:

20.000 kWh á 0,22 kr/kWh (manglende afgifter og moms)	4.400 kr/år
--	-------------

Da el-selskabets regnskab skal balancere, må tabet på de 2.800 kr skaffes ved at forhøje prisen på elektricitet. Og det går ud over de øvrige forbrugere.

---

Mod beregninger af ovenstående typer hører man ofte anført, at så "snyder" man også elselskabet, hvis man f.eks. ekstra-isolerer sit el-opvarmede hus o.a. Hvis man ekstra-isolerer sit hus, nedskærer man ikke blot sit samlede årlige forbrug, men man reducerer også den maksimale effekt, man får brug for i den koldeste vintertid. Herved mindskes behovet for el-selskabernes udbygning af kraftværker og ledningsnet, samt evt. behovet for den dyre drift af spidsbelastningskraftværker. Det er derimod ikke tilfældet med vindmølleejeren, der fortsat har brug for den maksimale effekt, når det er vindstille en kold vinterdag.

Afregningsregler og el-priser kan variere fra det ene sted i landet til det andet og vil i øvrigt ændre sig i tidens løb. De nøjagtige tal kan fås hos det lokale el-forsyningselskab.



JANUAR 1987.



I USA har mange el-selskaber afbestilt kernekraftværker på grund af deres dårlige økonomi.

**Kort svar:** Nej, de fleste steder i USA har kernekraften samme økonomiske fordel som i Europa. Men finansieringsproblemer og en lavere vækst i elforbruget har i tiden 1973 - 1983 fået de amerikanske elselskaber til at afbestille eller udsætte byggeriet af 103 kernekraftværker. I samme periode har elselskaberne afbestilt eller udsat byggeriet af 65 kulfyrede kraftværker.

**Langt svar:** I slutningen af 1960'erne og begyndelsen af 1970'erne regnede de amerikanske elselskaber med en stærk stigning i elforbruget det kommende 10-år. Men forbruget steg mindre end forventet, så der blev ikke behov for så mange nye kraftværker, hverken kul- eller kernekraftværker. Byggeperioden for kraftværker i USA er meget lang, sædvanligvis over 10 år, når forarbejderne forud for selve byggeriet medregnes.

Den lange byggetid for amerikanske kraftværker skyldes den amerikanske lovgivning: Hver gang et kraftværk ønskes bygget, skal der forud afholdes en høring, hvis formål er at få afklaret eventuelle modstridende interesser. Under byggeriet kan enhver miljøgruppe når som helst fremsætte ønske om en ny høring med henvisning til et teknisk eller juridisk spørgsmål. Høringerne tager lang tid, og herunder standses byggeriet, og jo senere i byggefasen, høringen foretages, jo mere vokser omkostningerne ved byggeriet. Høringerne vil derfor automatisk opfylde akraftmodstandernes påstande om lange byggetider og dyre værker.

Tidligere regnede man med en vækstrate i elforbruget på 7% om året. En vækstrate på 4% om året i stedet for 7% vil medføre, at der i perioden 1975-1985 vil være behov for at opføre ca 200 færre store kraftværker end ellers beregnet.

De amerikanske finansieringsregler er sådan, at man i elprisen kun må indregne omkostninger til anlæg, der er i drift. Men elprisen må IKKE omfatte henlæggelser til nye anlæg, og det medfører, at hver gang der tages et nyt anlæg i brug, stiger elprisen i spring. Derfor venter elselskaberne længst muligt med at bygge nye anlæg.

I en rapport fra den amerikanske rigsrevision (GAO), der blev offentliggjort d. 8. december 1980, oplystes det, at el-selskaberne i perioden 1973 - 1983 har afbestilt eller udskudt byggeri-

et af 65 kulfyrede kraftværker og af 103 kernekraftværker.

I rapporten beklager GAO udviklingen og skriver: "Fortsatte afbestillinger og udsættelser kan føre til et forøget olieforbrug, til større afhængighed af importeret olie, til risiko for svigt i el-forsyningen samt til højere el-priser for forbrugerne".

Siden 1974 er der kun bestilt et begrænset antal nye kernekraftværker i USA (omkring 15). I begyndelsen af 1990'erne vil USA da have omkring 130 kernekraftværker i drift, hvor man tidligere regnede med over 230.

### Kernekraftværker i drift og under bygning.

15. Maj 1986. (IAEA).

	i drift		under bygning		driftserfaring	
	antal.	MW	antal.	MW	år - mdr	
Argentina	2	935	1	692	14	- 7
Belgien	8	5486			64	- 1
Brasilien	1	626	1	1245	3	- 9
Bulgarien	4	1632	2	1906	30	- 6
Canada	16	9776	6	4789	151	- 7
Cuba			2	816		
DDR	5	1694	6	3432	57	- 5
Finland	4	2310			22	- 4
Frankrig	43	37533	20	25017	338	- 5
Holland	2	508			29	- 9
Indien	6	1140	4	880	54	- 8
Italien	3	1273	3	1999	69	- 10
Japan	33	23665	11	9773	286	- 10
Jugoslavien	1	632			4	- 3
Kina			1	300		
Korea	4	2720	5	4692	15	- 5
Mexiko			2	1308		
Pakistan	1	125			14	- 3
Philippinerne			1	620		
Polen			2	880		
Rumænien			3	1980		
Sovjet	51	27756	34	31816	531	- 7
Spanien	8	5577	2	1920	56	- 10
Storbritannien	38	10120	4	2530	695	- 10
Sverige	12	9455			99	- 2
Sydafrika	2	1840			2	- 3
Schweiz	5	2882			53	- 10
Taiwan	6	4918			26	- 1
Tjekkoslaviet	5	1980	11	6284	22	- 4
Tyrkiet						
Ungarn	2	825	2	820	4	- 5
USA	93	77804	26	29258	954	- 11
Vesttyskland	19	16413	6	6585	215	- 4
<b>Total:</b>	<b>374</b>	<b>249625</b>	<b>157</b>	<b>141942</b>	<b>3825</b>	<b>- 3</b>



December 1986



## Kernekraftens økonomi er dårlig

**Kort svar:** Nej, Energiministeriets kul-kernekræft-rapport fra november 1984 viser, at det ville medføre betydelige økonomiske fordele for Danmark, hvis vi valgte at indføre atomkraft i slutningen af 1990'erne.

Rapporten viser, at den økonomiske fordel ved et enkelt atomkraftværk kan opgøres til en engangsbetjæning på ca. 7 milliarder kr ved værkets idriftsættelse i 1995.

**Langt svar:** Energiministeriets kul-kernekræft-rapport indeholder bl.a. en enkeltværksanalyse, hvor et 900 MWe kernekraftværk og et 600 MWe kul-fyret kraftværk sammenlignes økonomisk.

Begge anlæg tænkes idriftsat i 1995, og deres økonomiske levetid er forudsat at være 25 år. Anlæggene antages at køre som grundlastværker med en gennemsnitlig belastningsfaktor på 70%.

Anlægsprisen (uden byggerenter) for et kulfyret kraftværk med svovlrensning er fastsat til 4325 kr/kW på basis af de danske elværkers erfaringer. Tilsvarende er anlægsprisen for et kernekraftværk fastsat til 9000 kr/kW på basis af internationale undersøgelser og leverandør-oplysninger til elværkerne.

Drifts- og vedligeholdelses-omkostningerne er baseret på oplysninger fra de danske elværker.

Kulprisen forudsættes at stige fra 75 \$/ton i 1995 til 108 \$/ton i 2020. Prisen i dag er 42 \$/ton. Prisen på uran antages at stige fra 40 \$/pund i 1995 til ca. 80 \$/pund i 2020. De til urankredsløbet nødvendige industrielle processer forventes ikke at stige reelt i pris i perioden frem til år 2020.

Alle økonomiske kalkulationer er gennemført med en realrente på 7% p.a.. (Realrenten svarer omtrent til forskellen mellem markedsrenten og inflationen). Beregningsresultaterne fra enkeltværksanalysen er vist i skemaet i øre/kWh:

	Anlægsom- kostninger	Brændsel	Drift	I alt
Kul	6,9	27,6	3,1	37,6
Kernekraft	15,4	10,0	3,2	28,6

Beregningen viser med andre ord, at det vil være 25% billigere at producere elektricitet på basis af uran end på basis af kul.

Det stemmer godt overens med en OECD/NEA rapport fra 1983, hvori det forventes, at elektricitet fra kernekraftværker idriftsat i 1990 vil være 30% til 70% billigere end elektricitet produceret på kulfyrede kraftværker.

En beregning, hvor alle udgifter henføres til i-driftsættelsestidspunktet, viser, at de samlede udgifter ved et kernekraftværk i hele dets økonomiske levetid er på godt 18 milliarder kr, mens det kulfyrede alternativ koster godt 25 milliarder kr. Den økonomiske fordel ved kernekraftværket udgør således 7 milliarder kr.

Ovenstående beregninger fra Energiministeriet er baseret på, at et kernekraftværk sammenlignes med et kulfyret kraftværk, der ikke leverer fjernvarme. Forskere fra Risø og Danmarks Ingeniørakademi har undersøgt økonomien i den situation, hvor man lader et eller flere kernekraftværker indgå i et samlet elsystem som det danske, hvor der er mange kulfyrede kraftvarmeværker. Her viser det sig, at den økonomiske fordel ved et kernekraftværk falder, når der i forvejen er andre kernekraftværker i drift. I rapporten undersøger man således situationen omkring år 2010. Her vil den økonomiske fordel ved det første kernekraftværk mest sandsynligt være ca. 600 mill. kr om året. For det næste vil fordelene tilsvarende være ca. 500 mill. kr om året, mens de efterfølgende kernekraftværker "kun" giver fordele på henholdsvis 400 mill. kr og 200 mill. kr om året.

Disse økonomiske fordele forudsætter et årligt elforbrug på 40 TWh omkring år 2010; det svarer til en gennemsnitlig vækstrate på 1,7% p.a.. Hvis elforbruget i stedet falder lidt i forhold til det nuværende forbrug, kan man næppe udnytte elektriciteten fra kernekraftværkerne fuldt ud uden at "skrue ned" for nogle kulfyrede kraftvarmeværker. Fordelen ved det første kernekraftværk er da beregnet til ca. 300 mill. kr om året, og for det andet er der tilsvarende beregnet ca. 200 mill. kr om året.

De beregnede økonomiske fordele ved kernekraftværker i forhold til kulfyrede værker afhænger meget af kulprisens udvikling og af den benyttede realrente (se side 423, 506 og 517). Med en lavere realrente øges kernekraftens fordel; en højere realrente giver en mindre fordel. Hvis kulprisen ikke stiger så meget som antaget i beregningerne, bliver kernekraftens fordel mindre, mens en højere kulpris øger kernekraftens fordel.

---

Her i landet er der ikke foretaget nogen nyere undersøgelse af økonomien ved et kernekraftværk, der både leverer elektricitet og varme. I udlandet har man med økonomisk fordel ladet kernekraftværker levere fjernvarme. Det gælder således for Schweiz, Tjekkoslavakiet, Sovjetunionen og Canada.

I Energiministeriets beregninger er det antaget, at kulprisen vil være stigende i fremtiden på grund af voksende efterspørgsel. Man kunne derfor spørge, hvad der ville ske, hvis kulprisen voksede langsommere - eller evt. slet ikke steg de kommende år.

Antager man, at kulprisen de kommende ca. 35 år holder sig på samme (lave) niveau som i 1985-86 - men at uranprisen vil stige med 2% om året, vil man beregne, at prisen for elektricitet fra kulfyrede værker når ned på samme størrelse som prisen for elektricitet fra kernekraftværker.

At prisen for kul ikke skulle stige i 35 år, mens uranprisen steg med 2% om året (i faste priser), må anses for en meget usandsynlig udvikling, og man kan derfor konkludere, at vurderet over værkernes levetid på 25 år eller mere, vil kernekraftværkerne give den billigste strøm - også i Danmark.

---

Litteratur: "The Costs of Generating Electricity in Nuclear and Coal Fired Power Stations". NEA-OECD 1983.

"Kul-kernekraft. Forhold af betydning for elektricitetsproduktion på basis af kul og uran". Energiministeriet. 1984.

"Nuclear power and coal-fired CHP". P.E. Grohnheit og P. Laut. Risø og DIA, august 1985.



Marts 1981



Vi bør ikke indføre kernekraft i Danmark, fordi så mange mennesker er bange for den.

**Kort svar:** Vi skal ikke tilrettelægge Danmarks energipolitik ud fra, hvad vi "tror", at mange mennesker mener. Derimod skal vi vælge den fornuftigste og bedste løsning, og hvis der kunstigt skabes modstand mod denne løsning, må man arbejde for at skabe forståelse for den.

**Langt svar:** Det er ufornuftigt på forhånd at afvise en løsning ud fra en formodning om hvad andre mennesker mener.

Det er specielt forkasteligt, hvis politikerne gør dette. Det er jo netop deres opgave at lægge en selvstændig politik frem, som de kan blive valgt på. Man kan med god grund kalde politikere, der ikke står fast på deres eget standpunkt, for medløbere.

Mange af de tekniske fremskridt, der gennem de sidste par hundrede år har medført bedre levevilkår i store dele af verden, har mødt en vis modstand i begyndelsen. Og det er naturligt at være usikker overfor en ting, man ikke er vant til.

Ser man derimod sagligt på en ny ting, må man sammenligne dens "farlighed" med det "gode gamle" - dvs. afveje fordele, risici og ulemper mod hinanden, og så vælge den bedste løsning. Dette valg bør foretages af politikere, støttet af teknikere og eksperter på området, hvorefter det er politikernes opgave at forklare befolkningen, hvorfor deres valg er det rigtige. Hvis derimod politikerne begynder at foretage deres valg på basis af en ubegrundet frygt hos en del af befolkningen - f.eks. mod kernekraft - så foretages planlægningen på et usagligt grundlag.

Enhver løgn kan gentages så mange gange, at nogle begynder at tro på den. Derfor må usandheden om, at kernekraften er farlig, imødegås, og kun hvis troværdige meningsdannere imødegår påstanden, vil større dele af befolkningen få tillid til kernekraften. Der er jo tale om et kompliceret spørgsmål, som den enkelte helt naturligt kan have svært ved at sætte sig detaljeret ind i.

Imidlertid viser de lidt svingende meningsundersøgelser, at en meget stor befolkningsgruppe er i tvivl om deres stillingtagen til kernekraften. Det vil næppe være rigtigt at sige, at denne gruppe er bange for kernekraften, og derfor er

---

det under alle omstændigheder et mindretal, som er kernekraftmodstandere.

Det er i denne forbindelse vigtigt at gøre sig klart, at kernekraften er den mindst farlige energikilde. Det beror derfor på en fejl-information, når en del af befolkningen ikke er klar over, at faren tværtimod ligger skjult i ikke at indføre kernekraft.

---

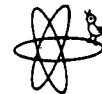
Litteratur:

"Politik og kernekraft", P.L.Ølgaard

"Atomkraft - et forsvar", P.Brøns og Heinz Hansen

"Faren ved ikke at indføre atomkraft", Peter Beckmann

Marts 1983



Videnskaben er uenig om kernekraften. Derfor bør vi vælge den sikre side og sige nej til kernekraft i Danmark.

Kort svar: Nej, der er vel næppe noget andet forskningsområde, hvor forskere og teknikere er så enige som netop med hensyn til kernekraft og stråling. Dette underbygges af en undersøgelse blandt amerikanske forskere. Den uenighed, vi ofte bliver præsenteret for via massemedierne, drejer sig sædvanligvis om en forsker, som har foretaget en undersøgelse, der viser det modsatte af, hvad hundreder eller tusinder af andre forskere er nået frem til.

Da nye sensationelle "afsløringer" er godt pressestof, spredes historien så over det meste af verden. Derimod er det ikke godt pressestof, når historien efter nogle ugers eller måneders forløb tilbagevises af en stort set enig videnskab. Så det hører vi sjældent om.

Takket være denne "skævhed" i nyhedsudvælgelsen kan man så efterhånden få det indtryk, at sagkundskaben er rygende uenig.

Langt svar: Blandt de mange tusinde forskere og teknikere, der verden over beskæftiger sig med områderne kernekraftteknik, helsefysik, energiforsyning, risikoanalyse m.m. er der stort set enighed om, at kernekraften er en udmærket energikilde. Dette underbygges af en undersøgelse, som er foretaget blandt amerikanske forskere. Blandt de 741 tilfældigt udvalgte videnskabsfolk, som undersøgelsen omfattede, var 72 eksperter på kernekraftområdet. Alle 72 eksperter mente, at man bør udbygge elproduktionen fra kernekraftværker, og alle 72 eksperter mente ligeledes, at vi har nok viden til at løse problemer i forbindelse med kernekraften.

Alligevel har mange mennesker fået det indtryk, at de sagkyndige er uenige om kernekraften.

Det er delvis resultatet af en bevidst kampagne: Er du i tvivl? - så sig nej! ført af kernekraftmodstanderne. Og har man ikke selv tid eller kræfter til at sætte sig ind i spørgsmålet, er det en bekvem udgang på ens overvejelser at sige nej. Heller være på den sikre side!

Men mest skyldes indtrykket af uenighed pressen. Den er rent journalistisk interesseret i det mærkelige menneske, der er uenig med alle de andre. Det ville den også være på andre områder. Den professor, der ville forklare, at Jorden er flad, er også sikker på pressens bevågenhed. Professortitlen garanterer jo, at der må være noget om det!

---

En dansk professor i fysik, der er kernekraftskeptiker, har opnået stor omtale ved at være det, og han har bidraget væsentligt til forestillingen om den uenige videnskab.

Er en professor i fysik egentlig sagkyndig i kernekraftteknik? Nej, det er vedkommende ikke, og her ser vi endnu en grund til den påståede uenighed. Dele af pressen - samt radio og TV - har med stor iver udråbt enhver med en akademisk titel til ekspert på kernekraftområdet. Men utroligt mange af dem, der ytrer sig til pressen, gør det på områder, der ligger langt fra deres eget fagområde. En transistor-fysiker udtaler sig om strålingsbiologi, eller havbiologen udtaler sig om kraftværksøkonomi. Hvor mange bemærker - hvis det overhovedet står der - at professoren, der skriver en kronik om det betænkelige i at deponere radioaktivt affald i en salthorst, er professor i psykologi ?

En anden grund til forestillingen om den uenige videnskab er den direkte vildførelse, som man f.eks. har set praktiseret i Danmarks Radio af journalister med et "budskab". Har en internationalt anerkendt helsefysiker sagt noget om radioaktiv forurening, må man straks have en anden "ekspert" til at sige det modsatte. At det, den anden "ekspert" siger, er noget sludder, kan kun de færreste gennemskue. Det svarer mange gange til situationen i Holbergs komedie, hvor Erasmus Montanus diskuterer på latin med Per Degn. Ingen af tilhørerne kan forstå latin, og de tror derfor, at de har overværet en diskussion mellem to lige kloge personer.

Det samme resultat opnår man efter udsendelsen i Danmarks Radio. Ingen er i tvivl om, at eksperterne er uenige om faren ved radioaktiv forurening!

Den ovenfor omtalte undersøgelse af amerikanske eksperters holdning til kernekraft omfattede også journalister. Det viste sig, at journalisterne var væsentligt mere negative over for kernekraft end eksperterne. De amerikanske TV-journalister viste sig at være mest negative.

Undersøgelsen viser også, at kernekraftpositive forskere er mindre tilbøjelige til at henvende sig til offentligheden med deres synspunkter end de forskere, der er negative over for kernekraft. Blandt de forskere, undersøgelsen omfattede, beskæftigede en del sig med tekniske emner inden for energiområdet, udet at de dog kunne betegnes som eksperter inden for kernekraftområdet. Skønt næsten alle i denne gruppe var positive over for kernekraft, var der dog enkelte negative. Det viste sig, at disse var langt mere tilbøjelige til at henvende sig til offentligheden f.eks. gennem dagblade. Dette kan også være medvirkende til at give en skæv opfattelse af forskernes holdning i offentligheden.



Som et eksempel på, hvor "uenig" videnskaben er, kan nævnes spørgsmålet om virkningerne af små strålingsdoser. På det område har man i løbet af 1970'erne set 10-12 forskere fra forskellige lande erklære, at de havde fundet ud af, at små strålingsdoser var meget farligere end tidligere antaget.

De fleste af disse nye "opdagelser" er omtalt her i kataloget (se nr. 800 og de efterfølgende numre).

Over for disse få forskere - hvoraf nogle aldrig tidligere havde beskæftiget sig med strålings biologiske virkninger - har der hele tiden stået 10-20.000 andre forskere, der har sagt det modsatte - og som efterhånden har kunnet tilbagevise de forskellige nye påstande.

Nu er situationen endda den, at den internationale sagkundskab på området er ved at nå til enighed om, at små strålingsdoser må anses for mindre farlige end tidligere antaget.

Nedenstående tabel viser resultaterne af den omtalte amerikanske undersøgelse.

	741 tilfældigt udvalgte forskere	279 energi-eksperter	72 kernekraft-eksperter
Kernekraften bør udbygges hurtigt	53 %	70 %	92 %
Kernekraften bør udbygges langsomt	36 %	25 %	8 %
Stop for udbygning af kernekraft	7 %	4 %	0 %
Nedlæg eksisterende kernekraftværker	3 %	1 %	0 %

\* Kernekrafteksperterne omfatter fagområder som reaktor fysik, kraftværksteknik, strålingsbiologi og helsefysik.

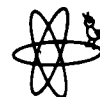
Dansk litteratur:

"Atomkraft - et forsvar" af Per Brøns og Heinz Hansen

Den undersøgelse, der henvises til, er offentliggjort i Public Opinion, august/september 1982, og den er udført af Stanley Rothman og S. Robert Lichter.



Marts 1981



Der kræves så mange sikkerhedsforanstaltninger ved kernekraft, at det betyder indførelsen af en politistat.

**Kort svar:** Nej, erfaringer viser, at påstanden er usand. En lang række vestlige lande har igennem en årrække udnyttet kernekraften, uden at de er blevet til politistater. Trusler om terror og vold vil medføre politibevogtning ikke blot af kernekraftværker, men også af andre el-værker, lufthavne, radiostationer, telefoncentraler, større sportsstævner o.s.v.

**Langt svar:** De fleste lande, vi sammenligner vort samfundssystem med, har indført kernekraft. Det drejer sig bl.a. om Sverige, England, Schweiz, Holland og USA.

Der skal selvfølgelig være en vis kontrol med, at terrorister ikke får adgang til kernekraftværker, men i praksis har det vist sig ikke at være noget problem. (Se nr. 464).

Uden at skulle sprede gode ideer til terroristvirksomhed, kan man roligt sige, at man med meget mindre midler vil kunne få større effekt ved at prøve at ramme f.eks. drikkevandsforsyningen eller trafikknudepunkter, hvis man vil skade flest mulige personer. I øvrigt blev en af de få terrorist-aktioner mod kernekraft-arbejdet udøvet af kernekraftmodstandere i Vesttyskland, som ved at fylde et borehul op med cement saboterede nogle prøveboringer og ødelagde en del instrumenter. Nogle andre eksempler er omtalt i nr. 464.

I USA sker der årligt over hundrede terrorhandlinger, og endnu har ingen været rettet mod kernekraftværker. Det skyldes ikke, at der har været større kontrolforanstaltninger ved kernekraftværker end f.eks. lufthavne, men derimod at det af fysiske grunde er nærmest umuligt at gennemføre terror-aktioner mod et kernekraftværk.

Indfører vi ikke kernekraft i tide, øges risikoen for energiknaphed i kortere eller længere perioder. Uden en tilstrækkelig el-forsyning er rationering og andre kontrolforanstaltninger nødvendige. - Denne situation indtraf i Italien i vinteren 1980-81.

Ønsker man at indføre et lav-energisamfund, som nogle kernekraftmodstandere taler om, vil det kræve en meget stram styring og kontrol med folks energiforbrug og en central fastlæggelse af vore energiforbrugende aktiviteter - forhold, der kan betegnes en "kontrol-stat".

Eksempler på dette kan være: kontrol af maksimaltemperaturer i boliger, restriktioner for anvendelse af belysning, varmt vand, privat bilkørsel m.v.

I Danmark fik vi en lille smagsprøve på sådanne indgreb under "energikrisen" 1973/74. Bilfri søndage, ekstra lave hastighedsgrænser, mørklagte gader. I kort tid kan vi leve med sådanne milde restriktioner, mens længere perioder med kraftige restriktioner vil virke lammende for samfundet.

---

Litteratur:

"Politik og kernekraft" P.L. Ølgaard (1980)

"Atomkraft - et forsvar" Per Brøns og Heinz Hansen (1980)

Marts 1981



Kernekraft vil give et centraliseret samfund, mens de vedvarende energikilder vil give os et decentraliseret samfund.

Kort svar: Selv om kernekraften vil medføre en vis grad af teknisk centralisering, er det ikke ensbetydende med en øget centralisering af de politiske beslutninger.

I et højt udviklet samfund er det nødvendigt med visse centrale funktioner; kernekraften er kun en meget lille del af de samlede centrale funktioner.

Langt svar: Med indførelsen af kernekraft vil der ske en vis centralisering af el-forsyningen, men ikke mere end vi kender til det i dag. Således er det tanken, at 5-6 kernekraftværker skal dække ca. halvdelen af vor el-forsyning. Der bliver altså tale om såvel kernekraftværker som konventionelle kraftværker i den danske el-produktion. For tiden dækkes halvdelen af det danske forbrug tilsvarende af nogle få store kraftværker.

Den politiske beslutningsproces i forbindelse med el-produktionen kan således opretholdes i dens nuværende form, og det betyder i praksis, at forbrugerens indflydelse ikke vil blive mindre. Helt uden for indflydelse på el-produktionen sætter vi os derimod, så længe vi indfører strøm fra udlandet.

Inden for energi-sektoren kender vi for øvrigt en del ret centraliserede energi-kilder, herunder især naturgassen, der jo ilandføres ét bestemt sted og derfra sendes ud til forbrugerne.

I et moderne samfund vil visse opgaver være centraliserede. F.eks. løser vi med DSB en række trafikopgaver. Hvis man ønsker decentralisering, må man afveje dette ønske med de mange forbrugerfordele, som ofte knytter sig til en centraliseret opgaveløsning. I forbindelse med kernekraften vil man især kunne nævne den billigere elektricitet og den større forsyningsikkerhed.

---

Litteratur:

"Politik og kernekraft" P.L.Ølgaard (1980)



Marts 1981



Udnyttelsen af kernekraften vil forøge risikoen for spredning af kernevåben til nye lande.

**Kort svar:** Kernekraften i Danmark vil på ingen måde kunne øge risikoen for spredning af kernevåben. Plutonium fra kernekraftværker er i øvrigt af en kvalitet, der ikke er egnet til våben-formål.

**Langt svar:** Nej, kernekraften i sig selv øger ikke risikoen for udbredelse af kernevåben. Man må holde følgende seks tekniske og historiske kendsgerninger for øje:

1. Kernevåben fremstilles uafhængigt af kernekraft-teknologien

-----  
Ethvert nogenlunde teknologisk udviklet land kan fremstille kernevåben, hvad enten det har kernekraftværker eller ej. Det gælder bl.a. for Brasilien, Argentina, Sydafrika, Israel, Ægypten og Pakistan - og det vil de kunne, hvadenten Danmark bygger kernekraftværker eller ej.

2. Kernevåbnene kom før kernekraften

-----  
De 5 store kernevåben-magter - USA, USSR, England, Frankrig og Kina - har alle udviklet deres kernevåben mange år inden deres første civile kernekraftværk blev startet (Kina er først nu i gang med at bygge de første kernekraftværker).

3. Indiens prøvesprængning var uafhængig af landets kernekraft

-----  
Indien foretog i 1974 en prøvesprængning af en "fredelig kerneladning", der var fremstillet bl.a. ved hjælp af en stor forsknings-reaktor. Indiens kernekraftværker, hvoraf det første gik i drift i 1968, har ikke været involveret i fremstillingen af denne bombe.

4. Forskellige plutonium-kvaliteter

-----  
Plutonium fra kernekraftværkerne er af en kvalitet, der ikke er egnet til våben-formål. (Se nr 462).

5. Hemmelighed om kerneteknologi hjælper ikke

-----  
Forsøg på at hindre andre lande i at udvikle kernevåben ved at nægte dem adgang til kerneteknologi har historisk vist sig ineffektive. USA nægtede i 1944 at dele "atomhemmeligheder" med England og Canada, som derefter udviklede deres egen teknologi.

## 6. Ret til at udnytte kerneenergien

---

Flertallet af verdens lande betragter det som en ret at udnytte kerneenergien til fredelige formål. De alliancefrie landes konference i Havana i 1979 udtalte således; "Konferencen bekræfter alle landes uomstridelige ret til at udvikle deres programmer for kerneenergiens fredelige udnyttelse til fremme af økonomisk og social udvikling..."

Den konklusion, der må drages af disse kendsgerninger, blev klart formuleret af generaldirektøren for Det Internationale Atom Energi Agentur (IAEA\*) ved organisationens 21. generalforsamling i 1977:

"... i det lange løb findes der ingen måde, hvorpå spredningen af kerne-teknologi blandt verdens lande kan standses, og vi må derfor se det foreliggende spredningsproblem i øjnene. Spørgsmålet er derfor ikke, hvordan kerne-teknologiens udvikling kan standses, men hvordan man bedst kan udnytte den og bringe effektive sikkerhedsforanstaltninger i anvendelse".

Dette har da også været ledetråden for mange bestræbelser lige siden Eisenhowers "Atoms for Peace"-program i 1953. Efter dette kunne andre lande nyde godt af fordelene ved kerne-teknologiens fredelige anvendelse mod til gengæld at akceptere kontrol til hindring af teknikkens anvendelse til ufredelige formål.

Dette program førte i 1957 til oprettelsen af det førnævnte IAEA, der i dag forestår den internationale kontrol med spalteligt materiale i henhold til ikke-spredningsakten af 1968. Ved udgangen af 1980 havde IAEA kontrolaftaler med 69 lande og aftaler afsluttet men ikke i kraft med yderligere 9 lande. Det er indeholdt i aftalerne, at et land, der ikke har underskrevet traktaten, og som modtager teknisk understyr eller brændsel fra et traktatland, skal underkaste sig IAEA's kontrol.



Marts 1981

Terrorister kan let få fat i plutonium fra kernekraftværker og heraf bygge en terror-atombombe.

**Kort svar:** Nej, det er nærmest umuligt at få fat i plutonium, og det er overmåde kompliceret at lave en atombombe. Endvidere er plutonium fra kernekraftværker meget dårligt at lave atombomber af på grund af dets sammensætning.

**Langt svar:** På kernekraftværkerne findes plutonium kun i brændslet sammen med radioaktive stoffer, der udsender gennemtrængende stråling. Et forsøg på at stjæle et brændselselement på et kernekraftværk vil derfor mislykkes og være det samme som at begå selvmord.

Man kunne så forestille sig, at terrorister ville stjæle en transport med brugte brændselselementer på vej fra kraftværket til oparbejdningsanlægget. Men de ville da stå med nogle stærkt radioaktive brændselsstave, der kun kan behandles på store kemiske anlæg med udstyr for fjernbetjening i lufttætte rum.

Det eneste sted, hvor terrorister i teorien kunne få fat i plutonium, er på de oparbejdningsanlæg, hvor man udskiller uran og plutonium fra de udbrændte brændselsstave. Men her er der indført omfattende sikkerhedsforanstaltninger, hvor der løbende holdes kontrol med det behandlede plutonium. Endvidere er alle udgange kontrollerede med strålingsdetektorer, der vil registrere ethvert forsøg på at udsugle blot en brøkdel af et gram plutonium.

Kun i ét tilfælde har man været ude for, at en person har smuglet plutonium ud fra et plutoniumanlæg (se nr. 513). Det drejede sig her om nogle milliontedele gram plutonium, som nok kan give en begrænset forurening, men som er mere end 1 milliard gange mindre end den mængde plutonium, der skal til for at lave en atombombe.

Skulle det hypotetiske ske, at en gruppe terrorister alligevel fik fat i tilstrækkelige mængder plutonium, der er udvundet fra kraftværksbrændsel, ville de stå med plutonium af en ringe kvalitet, som ikke kunne bruges til at fremstille en egentlig atombombe. Plutonium fra kernekraftværker har nemlig en anden sammensætning af isotoper\* end det plutonium, der benyttes til at lave atombomber af. Denne forskel, der skyldes brændslets lange opholdstid i reaktorerne på kernekraftværkerne, vil få "bomben" til at gå af i utide, så sprængvirkningen bliver svagere.

Nedenstående tabel viser sammensætningen af "våben-plutonium" og af "kraftværks-plutonium". Det er indholdet af plutonium-240 og plutonium-242, der vil få en "bombe" af kraftværks-plutonium til at gå af i utide, idet disse isotoper udsender neutroner hele tiden.

<u>Plutonium-</u>	<u>Våben-</u> <u>plutonium</u>	<u>Kraftværks-</u> <u>plutonium</u>
239	96-99%	60%
240	1-4%	25%
241	0%	10%
242	0%	5%

Det er i øvrigt meget vanskeligt at bygge en atombombe, selv om man har den rette type plutonium. Stoffet plutonium er i sig selv et vanskeligt materiale at håndtere, da det på grund af sin radioaktivitet er meget giftigt, og det angribes af luftens ilt og er vanskeligt at støbe. Selve konstruktionen af bomben er teknisk kompliceret, og konstruktionen af de ædlere dele er ikke beskrevet i den tekniske litteratur.

Alt i alt vil det være nemmere for en eventuel terroristgruppe at stjæle et atomvåben fra de militære depoter, og det er endnu ikke sket i de 35 år, man har haft sådanne.

Mens teorien om "terrorist-atombomber" altså må afvises, kan det ikke helt udelukkes, at terrorister kunne benytte plutonium og andre radioaktive stoffer i en "forureningsbombe", der blot skulle forurene et område. En tilsvarende forureningsbombe kunne man lave med mange andre stoffer, som det er lettere at få fat på - eller som man selv kunne lave. Og man kan da spørge om, hvorfor terroristerne netop skulle vælge den mest besværlige form for "forureningsbombe".

I øvrigt har spørgsmålet om terroristers udnyttelse af plutonium ikke meget med danske kernekraftværker at gøre. Der findes allerede i dag betydelige mængder plutonium fra udenlandske kernekraftværker, som afventer udnyttelse som brændsel i formeringsreaktorer. Hvis terrorister derfor ville prøve at skaffe sig plutonium, kan de gøre forsøget, hvadenten Danmark har bygget kernekraftværker eller ej.

---

#### Dansk litteratur:

"Plutonium" - H.J.M.Hansen og P.L.Ølgaard

"Atomkraft - et forsvar" - Per Brøns og Heinz Hansen

"Politik og kernekraft" - P.L.Ølgaard

Marts 1981



Terrorister kan benytte et kernekraftværk som en umådelig stor trussel mod samfundet.

**Kort svar:** Der er mange ting, der kan tænkes udsat for terror-trusler i et moderne samfund. Kernekraftværker er i princippet én af mulighederne. Men i praksis er det meget lettere at sikre kernekraftværker mod terror-aktioner end f.eks. fly, tog, busser, færges, skoler, ambassader, bangegårde og butikcentre m.m. som i de senere år har været udsat for terror-aktioner, gidseltagninger o.l.

Set fra terroristers synspunkt er et kernekraftværk noget af det dårligste at rette en terror-trussel mod.

**Langt svar:** I et moderne samfund som det danske er der mange ting, der i princippet kan tænkes udsat for terror-trusler. Blandt disse muligheder er et kernekraftværk noget af det dårligste set fra en terrorists synspunkt.

Det er let at overvåge, om uvedkommende trænger ind på området omkring kernekraftværket. Ved andre terrormål er det vanskeligt eller ligefrem umuligt at opdage, at uvedkommende er ved at trænge ind.

Forsøger nogen at trænge ind på et kernekraftværk, kan personalet ved fjernbetjening låse alle døre, der fører til kraftværkets indre.

Hvordan man i praksis har indrettet sig, er naturligvis en hemmelighed, men en ordning omtrent som følgende kendes fra et kernekraftværk i udlandet. Dukker der ubudne gæster op i nærheden af kraftværket, overgår man til første "alarm-niveau". (De ubudne gæster registreres elektronisk, med TV eller med lysdetektorer). Ved et første alarm-niveau låses alle ydre døre til kraftværket automatisk. Personalet skal nu søge at afklare, hvem de ubudne gæster er, og hvad de er ude efter. Opdager man "ugler i mosen" overgår man til næste alarm-niveau. Ved et tryk på en knap, som findes flere steder på kraftværket, lukkes og låses alle døre, der fører til kraftværkets indre.

I dørene findes en styremekanisme, der nu selv overtager kontrollen med låsen, som holdes låst i 30-60 minutter, og ingen kan åbne døren i det tidsrum. Dørene er så solide, at de kan modstå sprængstoffer, skærebændere o.l. i mindst 30-60 minutter. Tiden er afstemt, så en større politi-

styrke fra den nærmeste central kan nå frem inden låsen frigøres igen.

Selv ved et militærlignende angreb på et kernekraftværk vil ingen derfor kunne trænge ind til kernekraftværkets indre dele.

Ved det andet alarm-niveau kan reaktoren stoppes. Varmeudviklingen i kernen aftager da efterhånden, og skulle der senere ske en skade på anlægget, vil reaktorkernen indebære en mindre risiko end ved et "almindeligt" uheld, der sker mens reaktoren "kører" på fuld effekt.

Endelig kræver det en dybere indsigt og en stor arbejdsindsats at forvolde skader på kernekraftværket, som ikke straks automatisk bliver imødegået af sikkerhedssystemerne. Her må man huske på, at kernekraftværkernes sikkerhedssystemer er indrettet på automatisk at modvirke følgerne af rørbrud, eksplosioner, brande og andre voldsomme påvirkninger. Dertil kommer al den beskyttende beton, der indgår i afskærmningen.

Eventuelle terrorister mod et kernekraftværk må derfor forudse, at deres aktion efter al sandsynlighed mislykkes totalt.

Vælger terroristerne derimod andre mål, kan de regne med næsten 100% sikkerhed for at nå deres mål. "Angreb" mod fly, tog, færger, butikcentre eller andre steder med mange mennesker samlet kan let gennemføres, og en gidseltagning kan gennemføres på utallige måder - og er blevet gennemført mange gange i de senere år.

Indtil dato, har der heller ikke været rettet egentlige terroraktioner mod kernekraftværker. Men der har været udført nogle symbolske aktioner. Forud for den svenske folkeafstemning om kernekraft fandt man således en sprængstof-bombe ved indhegningen om Ringhals-værket. I USA er en meteorologimast ved et kernekraftværk blevet sprængt i stykker. I Schweiz er en udstillingspavillion ved et kernekraftværk blevet sprængt i luften, og et hus tilhørende en advokat for et kernekraftfirma er blevet stukket i brand. I Frankrig har man fundet en "symbolsk bombe" i en kuffert, der var kastet i floden, og som var blevet opfanget i kølevandsfiltrene ved et kernekraftværk.