

## Danmark Må Modnes, Være Foregangsland Og Levere Fremtidens Energiløsning

### LFTR Kraft - En Grønnere Og Sikrere Fremtidsløsning

*Af Carl Friis-Hansen*

Inden jeg introducerer LFTR Kraft, vil jeg meget gerne forklare baggrunden for at genoptage denne, på utallige måder, så fremragende løsning på fremstilling af elektricitet.

**Vi har, inden for en overskuelig fremtid, brug for stabil, billig, vedvarende, forureningsfri, miljøvenlig, national, ufarlig, dynamisk og rigelig elektrisk energiproduktion.**

Danmarks nuværende projektering af vores energiforsyning, er ikke modnet tilstrækkeligt til at overkomme forestående hindringer, som omfatter øget behov, færre traditionelle resurser og øget pris på kul, olie, gas og råstoffer.

Vi har i Danmark lagt an på kulkraft, olie, naturgas, atomkraft import, hydrokraft import og vindkraft. Med dette koncept vil det blive vanskeligere og vanskeligere at opretholde et velfungerende industrisamfund og det er nødvendigt at overveje en ny projektering, der objektivt inkluderer alle produktionsformer og alle gængse infrastrukturer.



Min hypotese om at Danmark ikke går den mest optimale vej m.h.t. de metoder og infrastrukturer vi forventer at benytte, er begrundet således:

**Kulkraft** kommer til at stige i pris efterhånden som Kina, Indien og senere Afrika øger deres industrialiserings niveau.

**Olie** kunne gå hen og blive en mangelvare i nær fremtid og skulle således forbeholdes den kemiske industri og udfases fra både EL-produktion, opvarmning og transport, dog undtaget fly trafikken, som ikke har noget alternativ i sigte.

**Naturgas** lider af samme problemer som olie og bør ligeledes forbeholdes de formål, hvor intet andet fornuftigt alternativ foreligger.

Import af **atomkraftgenereret** elektricitet er hverken teknisk eller økonomisk en god løsning.

**Hydrokraft**, hovedsagelig fra Norge, bruges som buffer for den notorisk ustabile vindkraft. Denne funktion er ganske dyr og udgifterne er meget stærkt stigende. Hydrobuffer har været og er stadig benyttet i for eksempel Skotland til at udjævne hovedsagelig forskellen mellem dag og nat forbrug og det med stor succes. Buffering af vindkraft er af natur ikke periodisk og derfor vil indtægt fra vindkraft eksport falde bort på kort sigt og blive forbundet med negativ salgsspris på lidt længere sigt.

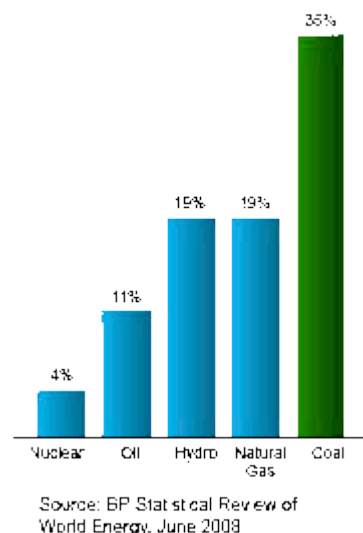
Desuden kræver buffering af vindkraft en kostbar udbygning af international infrastruktur, som øger Danmarks afhængighed af udenlandske markeder og politiske forhold.

**Vindkraft** udgør en anseelig del af den samlede EL-produktion, men et ubetydeligt netto bidrag til landets eget forbrug. Yderligere medfører vindkraften at flere gasturbiner har måttet etableres og øget aperiodisk import fra nabolandene.

Vindkraft har et ekstremt stort fodaftryk og en negativ indvirkning på miljøet. Desuden er vindkraft anlæg mellem 10 og 30 gange mere råstofkrævende end konventionelle kraftværker (stål og beton). Det ekstremt store fodaftryk er ikke kun et æstetisk problem, men har også et potentiale til at hæmme fødevarereproduktionen på grund af stigende priser på landbrugsarealer og vindturbiner i USA har vist sig at være til stor skade for flagermus og andre flyvende dyr. Det meget store forbrug af stål og beton per Wh vil, i forbindelse med enhedernes korte levetid, hæve produktions prisen per Wh ganske betydeligt over den nuværende dobbelte pris i forhold til kul. Den samlede vurdering, fremsat af de fleste velinformede eksperter, er derfor at vindkraft er blandt de dårligst tænkelige løsninger i næsten alle geografiske regioner.

**Vi har, inden for en overskuelig fremtid, brug for stabil, billig, vedvarende, forureningsfri, miljøvenlig, national, ufarlig, dynamisk og rigelig elektrisk energiproduktion.**

Næsten alle såkaldte alternative energiformer har hidtil vist sig mere eller mindre uøkonomiske, miljøskadelige og ofte menneskefjendske. For ikke nogen skal glemme det, så lad mig påpege de mange millioner fattige, hovedsagelig børn, som de senere år er døde af hungersnød efter de stigende priser på fødevarer, som følge af storstilet salg af biobrændstof - lad os aldrig bruge vores landbrugsvarer til andet end mad og foder. Andre alternative energiformer, som ikke just bruger vores mad, har til gengæld andre umenneskeligheder at byde på, idet man fra de industrialiserede lande tilbyder disse til trods for at høj pris og ustabilitet i disse anlæg/koncepter umuliggør en fornuftig udvikling og øgning af sundheden i blandt andet Afrika.



## En mulig løsning

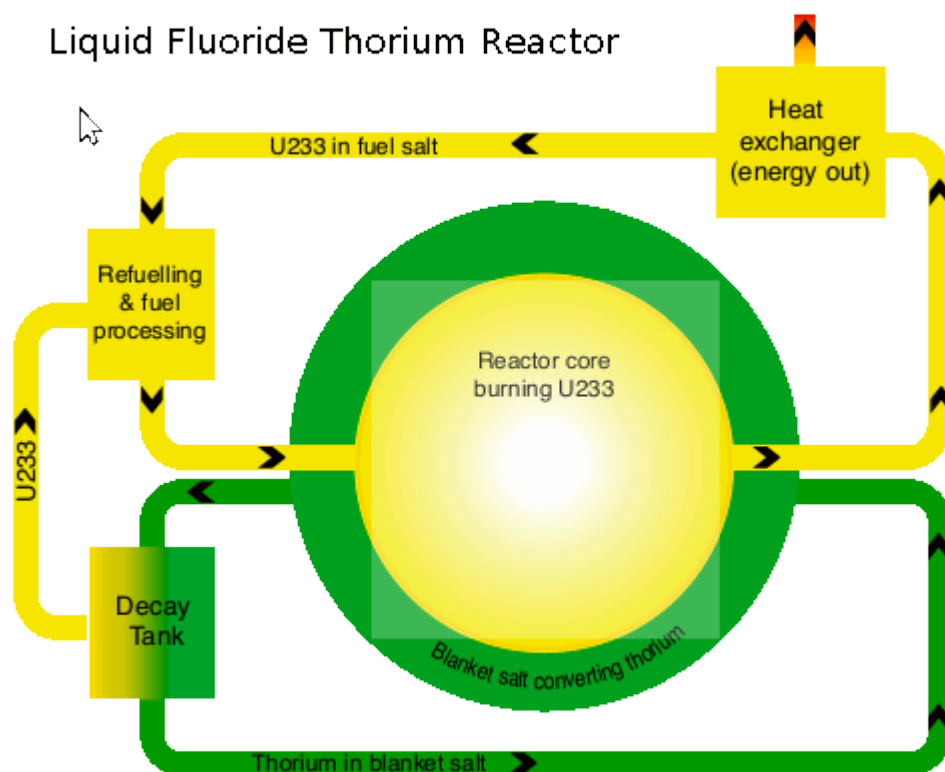
Vi ved dog at vi allerede i dag har produktionsmetoder, der opfylder mange af vores krav. Det er således klart at vi ikke kommer uden om atomkraft i en eller anden form. Mange af de klassiske reaktorformer er behæftet med en del ulemper og dette er formodentlig årsagen til at Danmark endnu ikke har deres egne atomkraftværker.

Vi har i rigtig mange år kendt til reaktorer, som opfylder stort set alle vores krav og ønsker, men disse har ikke hidtil været bygget og drevet i noget antal og begrænset R & D er at påskønne før en storstilet produktion kan begynde. Egentlig er der, så vidt jeg forstår, blot tale om en modningsproces af Liquid-Fueled Thorium Reaktorer (LFTR) for at have en energikilde, der leverer strøm til 1/4 del af den pris vi teoretisk betaler for kulstrøm.

LFTR udtales på engelsk som "lifter" og vil med stor sandsynlighed blive et ord vi kommer til at høre en hel del i nær fremtid. Ordet LFTR er en forkortelse for "Liquid-Fueled Thorium Reaktorer" og kan oversættes til dansk som "flydende brændstof thorium reaktor". I opdagerens eget land Sverige, staves thorium "torium", idet metallet er opkaldt efter ham den iltre gud med hammeren. LFTR teknikken er kun en af flere måder at fyre med thorium, men det er den eneste teknik, der udnytter brændstoffet til fulde. Ideen med flydende brændstof stammer fra det amerikanske militær, som for mange år siden ønskede flyvemaskiner, der kunne flyve på kärnekraft og levere bomber til fjerne destinationer. Projektet, som var mere eller mindre vellykket, gav os konceptet for LFTR. Amerikanerne har så siden satset på misiler i stedet for.

Vi kan sige følgende om LFTR (flydende-brændstof thorium reaktorer):

1. Brændstof er opløst i væske for at gøre det let at pumpe og behandle kemisk. Væsken er smeltet flussyre salt.
2. Reaktivitet er i sin natur stabil, idet varme udvider saltet forbi det kritiske niveau.
3. Høj temperatur (800C) muliggør 50% effektiv Brayton kraftomdannelses turbine-generator.
4. Høj temperatur muliggør elektrolyse af brint, et brændstof råmateriale.
5. Langtids radioaktivt affald er < 1% af det af en klassisk reaktor.
6. Affald fra de klassiske reaktorer kan nedbrydes (forbrændes) i LFT reaktoren.
7. 1 ton brændstof (0,5m kugle) kan levere 1GW kontinuerligt i et år. 1 ton koster ca. 600.000Kr.
8. Der er thorium nok på Jorden til at forsyne hele verden med energi i over 1000 år.
9. Thorium reaktorer kan ikke lide af Kinasyndrom eller eksplodere.
10. Thorium kraftværker kan fabrikeres i varierede størrelser og leveres på lastbil.
11. De meget små mængder affald skal blot deponeres et par hundrede år.
12. Nedlægning af et værk kan ske stort set umiddelbart.
13. Værkerne har praktisk talt ingen miljømæssige påvirkninger.
14. Værkerne producerer umiddelbart ikke materiale, der traditionelt bruges til våben.
15. Thorium brændstof skal ikke beriges på dyre berigelsesværker.
16. Kva højere virkningsgrad, er langt mindre køling nødvendig, end ved konventionelle værker.
17. Konstruktionsomkostningerne er små, hvilket gør at ulandene også kan være med.
18. Fodafttrykket er det mindste for alle kendte energiproduktionsformer.
19. Værkerne kan frit bygges under jorden, eller i almindelig kvadratiske bygninger.
20. Terror angreb er temmelig nytteløse; intet at stjæle eller springe i luften.
21. Meget lille materiale forbrug (stål og beton).



*Simplificeret LFT Reaktor diagram*

Vi lever i et fremragende land med et væld af kloge hoveder, vi lever i et land hvor H. C. Ørsted viste os vejen til elektromotoren, som kan levere strøm eller få hjulene og industrien til at køre.

Vi lever i et land hvor Niels Bohr hjalp os til at forstå de ting, som den klassiske fysik ikke kunne forklare. Niels Bohr hjalp os til i dag at kunne frembringe elektrisk energi i uanede store mængder uden at voldtage miljøet.

Der er i Danmark et væld af fantastiske hjerner, både dengang og idag.

Vi har i dag banebrydende forskere så som Henrik Svensmark, der har åbnet vores øjne for væsentlige faktorer i Jordens komplicerede klimatiske vekselvirkninger. Uden Henrik Svensmark ville vi i dag ikke vide hvorfor en relativ lille ændring i Solens diameter/udstråling har så stor indflydelse på den globale temperatur.

Lad os alle samarbejde om at føre Danmark tilbage i rollen som foregangsland på den videnskabelige front. Lad os holde op med at diktere forskere og udviklings ingeniører hvilke konklusioner de skal drage. Der er sandelig processor, som ikke egner sig til at blive politisk dikteret.

**Vi har, inden for en overskuelig fremtid, brug for stabil, billig, vedvarende, forureningsfri, miljøvenlig, national, ufarlig, dynamisk og rigelig elektrisk energiproduktion.**

## **Vedvarende energi**

Folk snakker så meget om at vi skal have vedvarende energi, men er dette virkelig alfa omega? Og hvad betyder rent faktisk ordet vedvarende?

Jeg vil benytte tre produktionsformer i den nedenstående diskussion, nemlig VH-værker (vindmøller eller vindturbiner) støttet med norske hydro-buffere via HVDC kabler og på den anden side klassiske A-kraftværker støttet af oparbejdnings værker og på den tredje side T-kraftværker (LFTR-værker) uden støtteordninger.

Inden vi går i gang med at behandle spørgsmålene om vedvarende energi, vil jeg meget kort redegøre for ovenstående skelnen mellem forskellige grader af støtteordninger. Visse typer af kraftværker kræver samvirke med andre typer værker eller processor for at kunne fungere. Kulværker kræver ingen støtte ordninger, da man blot graver kul op fra Jorden og hælder det ind i kedlerne. A-værker kræver beriget uran, som produceres på meget dyre værker rundt om i verden, hvorved driften af A-værker er afhængig af en ekstern produktionsenhed. TR-værker kræver ikke denne komplicerede oparbejdning af brændstoffet og kræver derfor ikke en ekstern produktionsanstalt. VH-værker, altså vindmøllerne, er de som er mest afhængige af både speciel infrastruktur og støtteordning. Det er sådan at vindmøller producerer i gennemsnit 25% af mærkeeffekten (CF faktoren), forårsaget af forandringer i vindstyrken over både kortere og længere sigt. Denne ustabilitet skal udglattes og maksimalydelse skal begrænses hvor der er chance for at blind effekten overstiger 80%. Den eneste anvendte teknik idag er at sende overskudsstrøm til Norge gennem specielle højspændingskabler i Nordsøen. I Norge bruger man så strømmen til at pumpe vand fra lavere liggende søer, til højereliggende. Når vindmøllerne leverer for lidt strøm, så lader nordmændene vandet falde ned igen og generer således den fornødne strøm.

### **VH-værkerne (Vindmøller)**

Sagen er at materiale omkostningerne til VH-værker er afsindig stor per MW i forhold til alle andre produktionsformer. Når man tilmed tager i betragtning at møllernes levetid i gennemsnit kun er 15 år, så er det spørgsmålet om man virkelig kan tale om vedvarende energi. Dertil kommer de nødvendige støtteordninger og problematikken at møllerne kører med asynkron generatorer, der kræver en blindstrøm på 20% fra synkron generering. Støtteordningerne omfatter brug af specielt DC højspændingsnet med tilhørende vandkraft-værker, der kan virke begge veje, altså "gemme" strøm og "genskabe" strøm, en buffer. Disse buffere skal være enorme, da vi har oplevet total vindstille i en hel uge. I stærk bæst eller storm leveres heller ingen energi, men disse perioder er normal relativ korte. Jeg har desværre ikke kunnet finde nogle præcise beregninger, men vil her blot give en smagsprøve. Danmarks el-forbrug er ca. 6GW, altså 6.000MW, hvilket vil sige at vi bruger 1.000.000MWh eller 1TWh på en uge. Hvis vi antager at vind blev udbygget til det teoretisk set maksimum mulige, nemlig 80%, så ville de nødvendige 800.000MWh skulle fordres fra hydro-

bufferne. Dette kræver en stor sø, en meget stor sø. Det er tvivlsomt at miljøet i Norge kan være tjent med dette, også Holland og Tyskland ønsker at lukre på Norges søer og damme, samt de mange værker, der skal bygget for at udnytte dem. De enorme installationer, som vindenergi kræver, det helt gigantiske fodaftryk og den indvirkning de har på menneske, dyr og fauna er næsten ikke til at bære at tænke på.

Vi kan nu se at VH-værkerne bruger 184 gange mere stål end T-værker og 174 gange mere beton end T-værker. Desuden tilkommer stål og beton til hydro-bufferne og store mængder materiale til DC kabler og omformer stationer. Sidst, men ikke mindst, kommer vi til væsentlig lavere beskæftigelse indefor vindkraft i forhold til A-kraft.

Det er derfor ikke rimeligt at tale om absolut vedvarende energi i forbindelse med vindkraft. Det enorme resurse forbrug udelukker muligheden for at køre på vindkraft i nogen synderlig lang tid. Det er heller ikke tænkeligt at videre udvikling kan ændre dette. Det skyldes naturlige begrænsninger, så som at vi allerede udnytter rotorarealet ganske godt, vores verden er indrettet på AC (vekselstrøm) og at bedre materialer end stål og beton ikke synes til rådighed her på planeten.

### **A-værkerne (Klassiske atomkraft værker)**

De klassiske A-kraft værker bruger ikke frygtelig mange resurser, men lider en del af afhængigheden af beriget uran og det faktum at uran ikke er til rådighed i al for lang tid. Disse værker lider også af alvorlige miljø problemer, så som at vi skal gemme affaldet forsvarligt i 10.000 år og at de under omstændigheder er i risiko for en nedsmeltning med efterfølgende ødelæggelse af et stort areal. Derudover er A-værkerne relativt kompakte og optager således et rimelig lille fodaftryk. Disse værker giver god og kvalitativ beskæftigelse og kan teoretisk levere 100% af strømmen i høj kvalitet.

Disse A-kraftværker byder på stort set mindst lige så vedvarende energi som vindmøllerne og de tilbyder højere kvalitet på strømmen til en meget lavere pris og med væsentlig mindre påvirkning af miljøet.

### **TA-værkerne (LFTR eller Thorium kraftværker med flydende brændstof)**

Thorium kraftværkerne, som desværre ikke er videreudviklet siden 70'ne på grund af deres manglende evne til at generere plutonium, bruger meget begrænsede mængder resurser, har et meget lille fodaftryk, kræver ingen væsentlig ændring af vores nuværende netværk og kan levere 100% af strømmen i høj kvalitet. Mængden af Thorium rækker til ganske lang tid og hvis vi om 500 år finder at vi er kommet lidt i mangel, så er det blot et spørgsmål om at hente fra de rigelige mængder, der ligger på Månen.

Disse A-værker byder reelt på noget nær vedvarende energi, meget lille materiale forbrug, de tilbyder meget høj kvalitet på strømmen til en ekstrem lav pris og er stort set uden påvirkning af miljøet.

## Konklusion

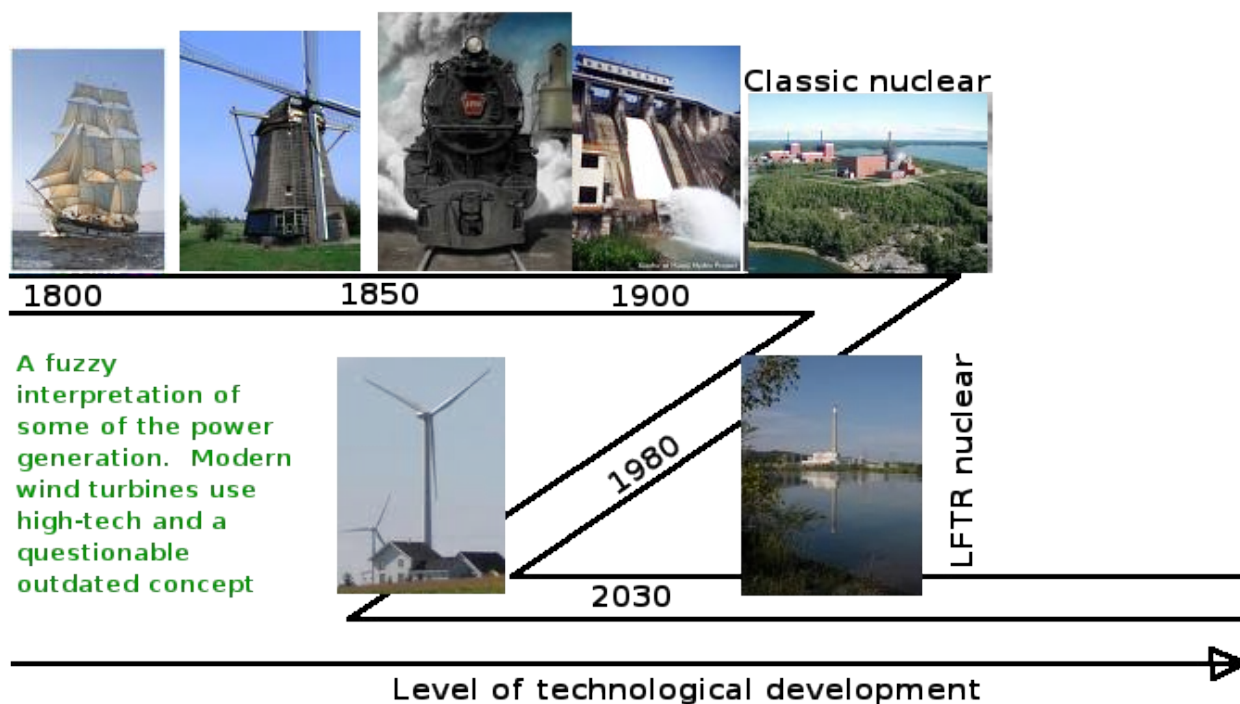
Danmark og dele af den vestlige verdens nuværende satsning på vindkraft og termisk solkraft bør overvejes til fordel for langt bedre løsninger. Vindkraft og termisk solkraft er på ingen måde en løsning på lang sigt og på kort sigt, mindre end 100 år, er det en økonomisk og miljømæssig urimelighed.

På kort sigt er en yderligere miljømæssig forbedring af de klassiske (kul/olie/gas) værker formodentlig den bedste løsning.

På kortere såvel som længere sigt, vil en naturlig udskiftning til thorium lignende reaktorer være en af de eneste muligheder for, med den nuværende teknologi, at sikre en fredelig verden med en fremtidssikret energiløsning.

Alle tilskud og punktskatter bør fjernes fra al EL-produktion for således at genskabe en naturlig markedsmechanisme til stimulering af en sund og hurtig udvikling af de mest fordelagtige teknologier.

Den danske regering må formodentlig varetage en vis støtte til den meget omfattende vindturbine industri under dens udfasning. Dette set ud fra at staten siden 1984 eller så har givet støtte til denne industri og da en stor del af produktionen går til eksport for tiden, så vil det reelle tab ved støtteordninger ikke være så voldsomt.



*Energy timeline*

## Udvalgte referencer

- [World Nuclear Association](#)
- [akraft.dk](#) Facts om atomkraft og elproduktion af Per A. Hansen
- [Thorium Energy Alliance](#)
- [Risø](#)
- [torium.se](#) Elling Disen og andre.
- [International Climate and Environmental Change Assessment Project](#)
- [CIA World Factbook - Denmark](#)
- [Tre engelsk sprogede videoer på hver en time \(foredrag om LFTR\).](#)
- [A Brief History of Nuclear Reactors](#)

Oversigt over igangværende A-kraft værker i umiddelbar nærhed af Danmark.



Kort fra world-nuclear.org leveret af google.com.  
 Viser A-kraftværker i nærheden af Danmark.  
<http://klimabedrag.dk/2010/01/08>

*Det er uvist hvorfor Bornholm ikke længere hører til Danmark!*

Markeringerne viser grupper af reaktorer, så mærket for Ringhals nær Göteborg for eksempel symboliserer een ud af de 4 reaktorer på stedet. Gennemsnitsstørrelsen af hver reaktor er ca. 900MW elektrisk effekt. Der er 22 reaktorer i det område kortet viser, hvilket betyder en samlet mærkeeffekt på 20GW.

## LFTR ulemper

- Relativ ukendt.
- Processen er vanskelig at følge.
- Afviger fra eksisterende A-kraft infrastruktur og tankegang.
- Kan ikke levere materialer til våben fremstilling.
- Indeholder et kemisk proces system.
- Behøver en dosis U233 for at starte.

Et lille regnestykke omkring de enorme mængder af miljøvenlig energi, som umiddelbart ligger for vores fødder.

A: Max verdensbefolkning =  $13 \cdot 10^9$  Personer  
 B: Gennemsnit per person =  $1 \cdot 10^3$  Watt (1KW/person Danmark. - 3,1KW/person Norge)  
 C: Verdens Thorium reserver =  $2,6 \cdot 10^6$  Ton  
 D: Energi fra 1 Ton Thorium =  $1 \cdot 10^9$  Wy (Watt i et år)  
 -----  
 E: Total dækning med Thorium El :  $C \cdot D / A / B = 200$  år

Kan også siges således:

1 ton rækker til 1 million mennesker i 1 år og med en reserve på 2.610.000 ton kan vi forsyne 1 million mennesker i 2,61 millioner år med strøm fra Thorium eller 10.000 millioner mennesker i 261 år.

Brug af byggematerialer for forskellige værker over 60 år.

-	CF	Levetid	Stål	Beton
-	%	år	ton/MW	m3/MW
A-kraft LFTR	95	60	10	20
A-kraft PWR	90	60	40	190
Vind 6.4m/s 60år	25	15	1840	3480
Kul 60år	78	30	196	320
Naturgas 60år	75	30	6	54

Brændstofmængde for forskellige typer 2,7 GW værker over 40 år.

A-kraft PWR : 12 kubikmeter.  
 A-kraft LFTR : 2 Kubikmeter.  
 Naturgas kraftv.: 2.600.000.000 kubikmeter.  
 Kulfyret kraftv.: 353.000.000 kubikmeter.

Meget konservativt anslået mængde af let tilgængelig thorium.

Land	Ton	%
Australien	489,000	19
USA	400,000	15
Tyrkiet	344,000	13
Indien	319,000	12
Venezuela	300,000	12
Brasilien	302,000	12
Norge	132,000	5
Egypten	100,000	4
Rusland	75,000	3
Grønland	54,000	2
Canada	44,000	2
Syd Afrika	18,000	1
Andre lande	33,000	1
Totalt	2,610,000	100

Det regnes for muligt på lang sigt at kunne udvinde thorium fra havet, hvis man ikke ville vælge at udvinde thorium fra Månen eller Mars, hvor der er store forekomster. Antageligvis er mængden af thorium på Jorden langt større end angivet i ovenstående tabel, idet thorium til dato ikke har haft nævneværdig kommerciel interesse og derfor ikke søgt indgående efter.

### Beskæftigelse inden for A-kraft og Vindpark

Fra Nuclear Energy Institute: Nuclear Power Contributions to State Local Economies januar 2009, kan udledes at 10 gange så mange folk er beskæftiget i formidelse med bygning og igangsætning af 2,7GW A-kraft værk end ved en tilsvarende vindpark.

Under spidsperioden vil der bruges 3 gange flere inden for A-kraft, end der vil bruges i forbindelse med vindparken.

I det lange løb vil der bruges 6 gange flere inden for A-kraften end inden for vindparken.

Desuden er gennemsnitslønnen 36% højere inden for A-kraften i forhold til vindparken. Der er flere high-tech inden for A-kraft, med det resultat at den lokale økonomi ekspanderer betydelig kraftigere på både kort og lang sigt, end den vil gøre for vindparkens vedkommende.

