

# Thorium 4 Dummies

En presentasjon av  $^{232}\text{THORWARDS}$



## Verdien av norsk thorium

Thorium (Th232 eller  $^{232}\text{Th}$ ) er et grunnstoff som kan brukes i en kjernereaktor til å produsere strøm og varme. Norge har et sted mellom 180 000 og 2 000 000 tonn thorium, muligens enda mer. Nesten ingen land i verden har mer thorium enn Norge. Verdien av denne thoriummengden kan anslås til ca 100 ganger oljefondet pr 2008.

## Hvem vil ha kjernekraft?

Når dette ikke blir vektlagt i særlig grad i den offentlige debatt og i det politiske miljøet skyldes det en blanding av ubegrunnet redsel for kjernekraft og mangel på kunnskap om moderne kjernekraftanlegg. Redselen er fullstendig ubegrunnet. Blant mange internasjonale organisasjoner slo også FNs klimapanel (IPCC) fast at kjernekraft er nødvendig for å bekjempe klimaforverringene. Verden over finnes mange miljøorienterte vitenskapelige grupper som fremhever thorium som fremtidens brennstoff i kjernekraftreaktorer. Disse gruppene er økonomisk uavhengige av kjernekraftindustrien og politiske partier og bør tas alvorlig.

## Hva er Thorium?

Thorium er et svakt radioaktivt grunnstoff som det er 3 til 4 ganger mer av enn uran. Med den nåværende kjernekraftteknologien utnytter man bare 0.7 % av uranressursene, mens vi kan utnytte 100 % av thoriumressursene. Det er derfor ikke mangel på brensel til kjernekraftreaktorer, men teknologien må utvikles. Den mest lovende teknologien er Saltsmelteteknologien, som vi skal beskrive senere.

## Den glemte faktor

Den viktigste faktor når det gjelder fremtidig energibehov er det globale befolkningstallet. Utviklingsland lider allerede i dag av akutt energimangel. Veksten i folketallet vil stort sett komme i utviklingsland. I 2030 vil det være 8 milliarder mennesker, i 2050 9 milliarder. Energiforbruket vil bli enormt. Kjernekraft er den eneste energiformen som kan bidra til å avhjelpe dette problemet. Vi trenger et tusentall nye kjernekraftreaktorer og denne flåten av reaktorer bør man begynne å bygge snarest. Det er ikke mulig å ivareta 9 milliarder menneskers energibehov med hjelp av fornybar energi, og det er heller ikke mulig å opprettholde en industri som produserer varer som betraktes som helt grunnleggende. Det virker som om miljøorganisasjoner og partier som er motstandere av kjernekraft har glemt denne faktoren.

## Fornybar energi

Pr i dag utgjør fornybar energi kun 1% av vårt energiforbruk. Det er helt utenkelig at fornybar energi vil spille noen betydningsfull rolle i fremtiden, men også fornybar energi skal selvsagt brukes der hvor det er økonomisk forsvarlig og teknologisk mulig.

## Thorium vs Uran

Hva skiller så thorium fra uran? Vi har alle hørt om tungtvann som ble produsert på Rjukan og som de allierte under krigen var redd for at Hitler ville bruke til å fremstille atomvåpen. Tungtvann bestod av tungt hydrogen (H<sub>2</sub>) og vanlig oksygen, vann består som kjent av både hydrogen og oksygen i en kjemisk sammensetning. Det finnes altså to (faktisk tre) varianter av hydrogen i naturen, lett (H<sub>1</sub>) og tungt (og tyngst). I naturen finnes også uran i to varianter. Den som brukes i kjernekraftreaktorer er det bare 0.7 % av og er den letteste (U<sub>235</sub>). Den tyngste varianten (U<sub>238</sub>) utgjør altså 99.7 % av all uran. Thorium finnes det bare en type av i naturen, 100 % av thoriumressursene kan altså brukes. Antar vi at det er nok lett-uran til å drive verdens kjernekraftreaktorer i 100 år med vårt nåværende forbruk, vil tidsperspektivet for thorium være  $4 \times 100 \times 100 = 40\,000$  år. Dette er et regnestykke hvor vi har brukt "tommelfingeren", men det gir et korrekt bilde av tidsperspektivet +/-.

## Utnyttelse av thorium

Thorium kan utnyttes ved at et nøytron skytes inn i thoriumkjernen. Da omdannes thorium til en uranvariant (U<sub>233</sub>) som ikke finnes i naturen. Denne uranvarianten setter i gang en kjedereaksjon som i en vanlig kjernekraftreaktor og vi får dannet energi. Avfallet fra denne typen kjedereaksjon gir ikke det samme langlivede avfallet som fra dagens kjernekraftreaktorer. Avfallet blir ufarlig etter 200 – 500 (max 1000) år, i motsetning til 10000-100000 år for reaktorer som bruker naturlig uran.

Det nøytronet som skytes inn i thoriumkjernen kan komme fra radioaktivt avfall, som da blir brukt opp. En thoriumreaktor spiser altså opp eksisterende giftig radioaktivt avfall.

## Hvor finnes norsk thorium og kan det brukes?

Norsk thorium finnes i hovedsak i Telemark, nærmere bestemt på Fens feltet i Nome kommune (Ulefoss). Det var en vulkansk aktivitet for 580 millioner år siden som brakte thorium fra jordas indre opp gjennom jordskorpa og frem til berggrunnen. Thorium på Fensfeltet befinner seg altså i overflaten og i årer som går dypt ned i jordskorpa. Med oljeborreteknologi som er utviklet til bruk i

oljeleting i Nordsjøen, vil vi lett kunne hente opp thorium fra dypt nede i berggrunnen. Siden thorium er svakt radioaktivt må vi bruke roboter og ikke mennesker til å utvinne thorium i eksisterende gruver. Norsk thorium har den ulempen at den finnes i liten konsentrasjon og at den er spesielt finkornet. Det er anslått at det vil koste 20 til 200 euro å fremstille ett kilo norsk thorium til bruk i en reaktor, altså ca 200 til 2000 kr. Det betyr lite for strømprisen som da bare vil øke med under ett øre pr kWh. Men inntil det er forsket mer på norsk thorium vil en thoriumreaktor i Norge bli kjørt på utenlandsk thorium. Norsk thorium vil nok bare bli brukt i norske thoriumreaktorer.

## Saltsmeltereaktoren(MSR-reaktoren), kjernekraftreaktorenes Gral

Det finnes mange ulike kjernekraftreaktorer. Saltsmeltereaktoren er svaret på våre drømmer. Den produserer nesten ikke avfall, kan gå i 80 til 100 år uten å bli renovert, kjernen kan ikke smelte, den er allerede smeltet i saltoppløsningen, den forbruker eksisterende avfall, ulykker kan ikke skje, selve reaktoren er gravd 30m ned i bakken, utenfor rekkevidde for terrorister, er liten, og produserer billig strøm.

Thorium er spesielt nyttig i en Saltsmeltereaktor. Saltsmeltereaktoren løser det kjernefysiske brenslet opp i en saltsmelte. Mesteparten av avfallet som produseres blir gjenbrukt. Et problematisk gjenvinningsanlegg som Sellafield blir overflødig.

## Tidligere forskning på MSR

På 1950-tallet og frem til 70-tallet forsket amerikanerne på denne spesielle type kjernereaktor som ble kalt for Molten Salt Reaktor (MSR) eller Saltsmeltereaktoren. Særlig var flyvåpenet interessert fordi en MSR-reaktor kunne gjøres svært liten og lett. Flyvåpenet hadde faktisk forhåpninger om at en saltsmeltereaktor kunne gjøres så liten at den kunne brukes i fly. For det amerikanske forsvaret hadde en MSR-reaktor den ulempen at den ikke produserte avfall (plutonium) som kunne brukes i atomvåpen. (Andre ville sett dette som en fordel). Forskingen på MSR-reaktoren ble derfor nedlagt.

## Konstruksjonen av en MSR

Et vanlig kjernekraftverk består av en ganske omfattende bygningsmasse. Dessuten er selve reaktoren plassert oppe i dagen. I en MSR-reaktor kan selve reaktoren plasseres 30 meter under bakken. Reaktoren består i hovedsak av et syv meter langt rør med en effekt på 1000 000 kW. Reaktoren i en MSR-reaktor er dermed beskyttet mot alle mulige terroranslag. Over bakken vil det være

alminnelige driftsbygninger, men i en langt mindre målestokk. Faktisk på 50m x 50m.

MSR operer med en temperatur på over 800 °C. Dermed kan den også brukes til å fremstille hydrogen av vann og rent vann av saltvann. Denne rimelige hydrogenmengden kan brukes som drivstoff innen transport og i prosessindustrien. For utviklingsland med stabile politiske regimer vil en MSR løse mange grunnleggende problemer, blant annet fremstilling av ferskvann.

## Klima og kjernekraft

Kjernekraft er den eneste energiprodusent som kan erstatte kull-, gass- eller oljekraftverk. Industri kan ikke drives med vindmøller eller solenergi. Vindmøllene opererer med full kraft ca 2300 timer i året og solenergi passer best i solrike land. Det koster mye å bygge et kjernekraftverk og det vil begrense utbyggingen. En MSR koster under halvparten av et vanlig kjernekraftanlegg og det betyr at den er dobbelt så effektiv når det gjelder å få ned utslippet av CO<sub>2</sub>. Man kan bygge to MSR i stedet for ett tradisjonelt.

En annen faktor enn utslipp av klimagasser under drift, er utslipp av CO<sub>2</sub> gjennom et livsløp for vedkommende energiprodusent. Det vil si fra bygging til demontering –intet varer evig. Konstruksjonene (vindmøller, solceller o.l) som produserer fornybar energi, produserer fra 5 til 30 ganger mer CO<sub>2</sub> enn ett tradisjonelt kjernekraftanlegg, 10 til 60 ganger mer enn en MSR. Kjernekraftanlegg står i en særklasse når det gjelder miljøvennlighet –til overraskelse for mange.

## Sikkerhet og kjernekraft

Etter Tsjernobyl ulykken 26.april 1986 ble det en brå stans i videre bygging av kjernekraftanlegg. Skadene etter denne ulykken har vært sterkt overdrevet. Offentlig statistikk sier 56 dødsfall (se bl.a. Wikipedia).

Internasjonal statistikk viser at kjernekraft er den sikreste av alle energiproduksjoner – i sterk kontrast til det bildet som massemedia har skapt av kjernekraft.

All menneskelig aktivitet er forbundet med en eller annen risiko. Titanic ulykken ble en ulykke fordi det var for få livbåter på Titanic. Man stoppet ikke passasjertrafikk over havet på grunn av ulykken, men på alle passasjerbåter å ha nok livbåter. Tilsvarende med ulykker og driftsproblemer i kjernekraftverk. Tsjernobyl ulykken ville aldri ha hendt i et vestlig kraftverk på grunn av de innebygde sikkerhetssystemene. Ethvert driftsproblem som har oppstått i et vestlig kjernekraftverk er blitt rettet opp av de eksisterende sikkerhetssystemer, og nye sikkerhetssystemer er kommet til etter hvert som reaktorteknologien har utviklet seg.

## Etterspørsel etter kjernekraft

Vinteren 2009/2010 har vært kald med mye snø. I Midt-Norge har det vært strømmangel (som så mange ganger før) og prisen har vært opptil 14kr pr kWh. Krisen ble forverret av at enkelte av de svenske kjernekraftverkene hadde driftsstans. Vi er avhengige av og vi importerer store mengder med strøm fra de svenske kjernekraftanleggene. Statsminister Jens Stoltenberg henstilte faktisk til de svenske myndighetene om å få kjernekraftverkene i gang igjen hurtigst mulig.

Vi klarer oss altså ikke uten utenlandske kjernekraftverk, vi ønsker de faktisk velkomne. Det ligger en god porsjon dobbeltmoral i en slik holdning når vi samtidig sier nei til norsk kjernekraft.

## Norsk kjernekraft

Norge har en kjernekraftreaktor på 25MW, plassert i Månefjellet i Halden. Denne forskningsreaktoren har gått utmerket i 60 år. På 70-tallet ble det foreslått å bygge 12 kjernekraftverk langs kysten fra Trøndelag til Oslo (Granliutvalgets innstilling). Planene ble skrinlagt pga oljefunnene i Nordsjøen.

Det vil være Stortinget som gir tillatelse til at det skal bygges norske kjernekraftanlegg. Både Høyre og Fremskrittspartiet er for kjernekraftverk basert på thorium. I Arbeiderpartiet er det mange "skaptilhengere" av kjernekraft, men i den nåværende politiske situasjon ser det ut til at disse foretrekker å forbli i skapet. Det som trygt kan slås fast er at det er et reelt flertall på Stortinget som er for norsk kjernekraft. En situasjon hvor det virkelige flertallet blir tilsidesatt av et mindretall, vil ikke vedvare. Før eller siden kommer norsk kjernekraft.

