

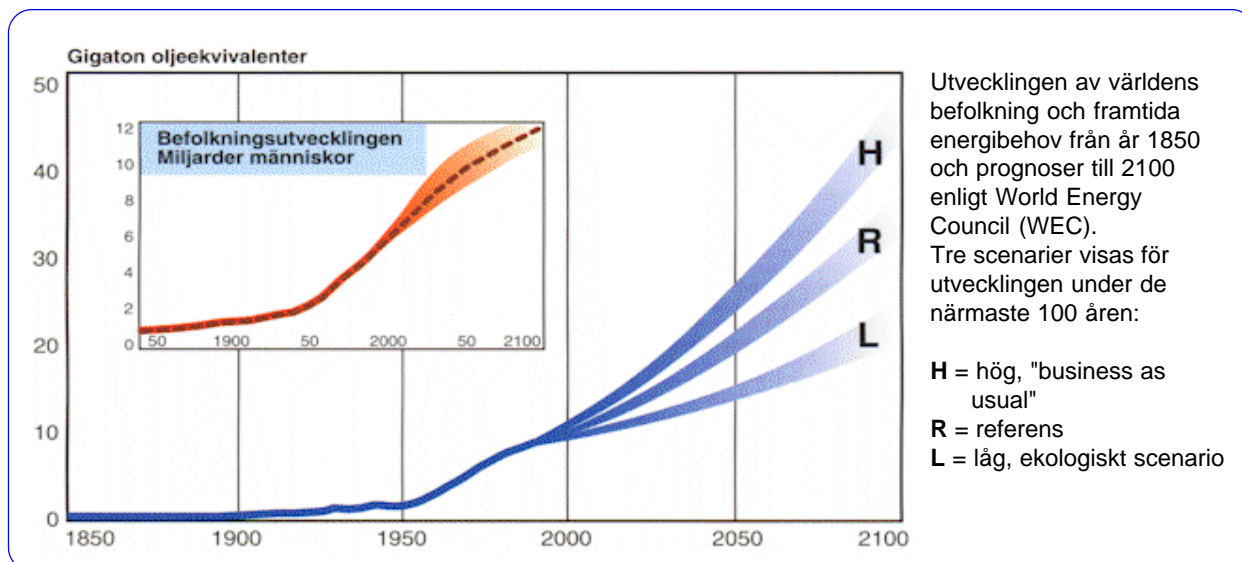
Kärnkraftens utvecklingsmöjligheter

Världens befolkning kommer att dubblas under de närmaste 50 till 100 åren och med all sannolikhet behövs minst en dubbelt så stor energiproduktion redan år 2050. Den troliga utvecklingen illustreras i nedanstående diagram.

Idag svarar kol, olja och naturgas för 80 % av världens energiförsörjning. Men om utsläppen av koldioxid och därmed klimatproblemen inte skall öka, utan helst minska, kan inte förbränningen av dessa fossila ämnen tillåtas öka. Åtminstone i industriländerna måste per capita förbrukningen av fossil energi minska.

Är det möjligt att vindkraft, vattenkraft och träbränsle (bioenergi) och liknande energislag utan utsläpp av koldioxid kommer att räcka för att klara av världens ökande energibehov? Inget vet svaret, men uppenbarligen är risken stor för bakslag om utvecklingen begränsas till dessa energislag.

Kan då kärnkraften få en ökande roll för världens energiförsörjning under de närmaste 50 åren och därefter? Svaret är att kärnkraften har en hög mognadsgrad men samtidigt också en mycket stor teknisk utvecklingspotential, energiråvaran uran är långsiktigt uthållig och de långsiktiga lösningarna förefaller vara ekonomiskt konkurrenskraftiga. Osäkerheten består i om en fortsatt utbyggnad av kärnkraften i världen accepteras. I det följande presenteras exempel på sådan utveckling som redan pågår samt några långsiktigt tänkbara utvecklingslinjer.



Stegvis utveckling av nuvarande reaktorteknik

Ett viktigt hjälpmedel i den pågående reaktorutvecklingen är en systematisk uppföljning av erfarenheter, goda och dåliga, som man får vid drift av de reaktorer som redan är igång.

Det finns för detta ändamål ett omfattande samarbete mellan kärnkraftverk i drift och företag som konstruerar kärnkraftverk. I USA svarar *Electric Power Research Institute*, EPRI, för ett sådant projekt och i Europa finns ett liknande projekt, *European Utility Requirements*, EUR.

Det senare började i Frankrike och Tyskland men omfattar nu flera andra länder, bl.a. Sverige..

Utvecklingen av nuvarande reaktortyper går ut på att förbättra säkerheten, öka drifttillgängligheten, förbättra bränsleutnyttningen, öka verkningsgraden och att förenkla nödvändiga insatser för underhåll och drift.

Det eftersträlvade resultatet är en driftsäkrare anläggning till lägre kostnad.

En stor del av de erfarenheter som byggs upp inom t.ex. EUR används inte bara vid planeringen av nya anläggningar utan även vid det moderniseringsarbete som pågår vid bl.a. de svenska kärnkraftverken.

I USA har General Electric en ny konstruktion av kokarreaktorer kallad ABWR (Advanced BWR), som bygger på omfattande drifterfarenheter. Några ABWR håller redan på att byggas i Japan.

I USA har dessutom ABB Combustion Engineering och Westinghouse lanserat var sin vidareutvecklade tryckvattenreaktor (PWR), System 80+ respektive AP 600.

Dessa konstruktioner har granskats av reaktorsäkerhetsmyndigheten i USA, som utfärdat generella typgodkännanden.

Franska Framatom och tyska Siemens har under flera år samarbetat inom det s.k. EPR-projektet (*European Pressurized Water Reactor*). EPR bygger på de rekommendationer som tas fram inom EUR. Grundkonstruktionen var klar 1997 och detaljkonstruktion pågår.

I Sverige har ABB Atom en konstruktion kallad BWR 90+, som är en vidareutveckling av Forsmark 3 och Oskarshamn 3.

Reaktorutveckling på sikt

Lättvattenreaktorer, både BWR och PWR, håller på att utvecklas också med en mera långsiktig målsättning. Ett i svenska sammanhang välkänt exempel är ABB Atoms SECURE/PIUS.

PIUS är en tryckvattenreaktor med reaktortank av förspänd betong och med nästan bara helt passiva säkerhetssystem. Reaktorn kan stänga av sig själv utan att några mekaniska anordningar används och kyls i en olycksituation med hjälp av självcirkulation under mycket lång tid.

General Electric har gjort en detaljerad studie på en kokareaktor - utan forcerat kylflöde till härden, Simplified BWR (SBWR).

I USA, Frankrike, Storbritannien och Ryssland har funnits eller finns s.k. snabba bridreaktorer i drift. Det som lockat fram utvecklingen av denna reaktortyp är att den hushållar med uranbränslet på ett sätt som gör uranet till en uthållig resurs under tusentals år eller kanske mycket mer.

Erfarenheterna vad gäller reaktorfyikaliska och bränsletekniska prestanda har varit goda. Användning av flytande natrium som kylmedel har dock visat sig tekniskt svår och kostnaderna är klart högre än för dagens BWR och PWR.

Snabba bridreaktorer kommer troligen inte att byggas förrän priset på uran och andra energiråvaror ökat jämfört med dagens nivå. De kan därför inte väntas bli kommersiellt intressanta förrän om minst 30 år.

Högtemperaturreaktorer (HTGR) baserade på uran-karbid som bränsle och kylda med heliumgas har länge varit intressanta eftersom de har hög verkningsgrad. De har dessutom mycket hög säkerhet mot svåra haverier och god bränsleekonomi. Prototyper har byggts och varit i drift, men ännu bedöms HTGR vara kommersiellt olönsam.

Under de senaste åren har nya reaktortyper som använder delvis andra processer än de tidigare kärnreaktorerna presenterats. Här finns i Europa Rubbia-reaktorn och i USA Radkowsky-reaktorn. De har vissa fördelar med tanke på bränslesnålhet och minimering av avfallsmängderna. Men den kommersiella tillämpningen ligger långt fram i tiden, troligen 30 – 50 år.

Råvarutillgångar

Uran och torium, det senare ett ämne som också kan användas som kärnreaktorbränsle, finns i stora mängder i jordskorpan och i världshaven.

Alternativ användning av dessa ämnen för andra ändamål än för energiproduktion är även långsiktigt mycket liten, medan motsatsen gäller för naturgas, olja och kol. De senare har ju en ständigt ökande betydelse som råvaror i många industriella processer för plaster och andra konstruktionsmaterial.

Kända och uppskattade tillgångar av uran

| Tillgångar av olika slag | Kvantitet miljoner ton uran | Varaktighet (år) vid nuvarande förbrukning |
|--|-----------------------------|--|
| Civila lager | 0,2 | 3 |
| Militära lager | 0,6 | 9 |
| Kända malmer | 4,5 | 70 |
| Uppskattade geologiska tillgångar med rimligt pris | 11 | 170 |
| Summa | 16,3 | 252 |

Den mängd uran som finns tillgänglig till rimligt pris för användning i konventionella reaktorer har en varaktighet på cirka 70 år vid nuvarande förbrukningstakt. Om man inkluderar uppskattade tillgångar på samma prisnivå blir varaktigheten flera hundra år.

På sikt – av allt att döma i många tusentals år eller mer – skulle användningen av snabba bridreaktorer göra kärnkraften till en mycket uthållig energikälla även vid en kraftig expansion av kärnkraftens användning.

I jordskorpan finns fyra gånger så mycket torium som uran. Torium kan bli ett mycket intressant bränsle i framtida reaktorer av nya, men redan nu välkända typer.

Slutord

Det pågår en kraftfull utveckling av kärnkrafttekniken på många håll i världen. Redan dagens reaktorer är miljövänliga genom frånvaron av koldioxidutsläpp. På sikt kan reaktorerna göras än säkrare och mera bränslesnåla.

Samhället måste förbereda sig på att klara av den globalt sett starkt ökande efterfrågan på energi utan att miljön påverkas skadligt. En förhoppning är därför att kärnkraftens roll i framtidens energiproduktionssystem skall prövas med en öppen attityd och att fördelar och nackdelar skall vägas mot varandra.

Carl-Erik Wikdahl

Innehållet i detta faktablad bygger på en Bakgrund med titeln "Kärnkraftens utvecklingsmöjligheter" av *Örjan Bernander*, utgiven av KSUs Analysgrupp. Den finns tillgänglig på hemsidan