

Kommersiell uranproduktion i 14 länder under 2003. Källa: OECD, referens 1.

## Uran - en hållbar energikälla

Uran är till skillnad från naturgas, olja och kol en hållbar energikälla, det vill säga en energikälla som är en del av en hållbar utveckling i samhället. Kärnkraftens bränslecykel är praktiskt taget fri från koldioxidutsläpp och skiljer sig därmed från alla typer av fossilkraft som påverkar jordens framtida klimat.

Solen är en i praktisk mening outtömlig energikälla, som vi än så länge i begränsad omfattning lärt att utnyttja för el- och värmeproduktion. Vind och vatten är en form av solenergi och därmed förnybar, men användningen är begränsad av miljöhänsyn. Detsamma gäller för biobränsle, vars långsiktiga användning kräver att bränslets aska återförs till odlingsplatsen. Men uran är ett mineral och förbrukas vid användningen i en kärnreaktor. Uranet är därför ingen förnybar energikälla.

Kärnkraften uppfyller entydigt Brundtlandrapportens krav på hållbar utveckling. Kostnadsbilden är långsiktigt stabil även vid kraftigt ökande uranpriser, eftersom urankostnaden utgör en mycket liten del av totalkostnaden. I det perspektivet räcker kända tillgångar av uran i hundratals år om nuvarande kärnkraftteknik används. Med nya typer av reaktorer räcker uranet i tusentals år.

### Hållbar utveckling

Sedan några årtionden finns en medveten långsiktig inriktning i miljö- och energipolitiken, både nationellt och internationellt, att prioritera hållbara energikällor.

I den svenska debatten tycks man med detta begrepp enbart mena förnybara energikällor, en inskränkning som saknas i den internationella debatten.

Grunden till intresset för hållbar utveckling finns i ett numera välkänt faktum att en del av de råvaror vi nu använder, som vissa mineraler och fossila bränslen (t.ex. naturgas och olja) blir allt svårare att utvinna och därmed dyrare. Till bilden hör också insikter om att atmosfärens och havens tålighet mot utsläpp från fossila bränslen är begränsad. Framför allt är ett förändrat klimat ett reellt globalt hot.

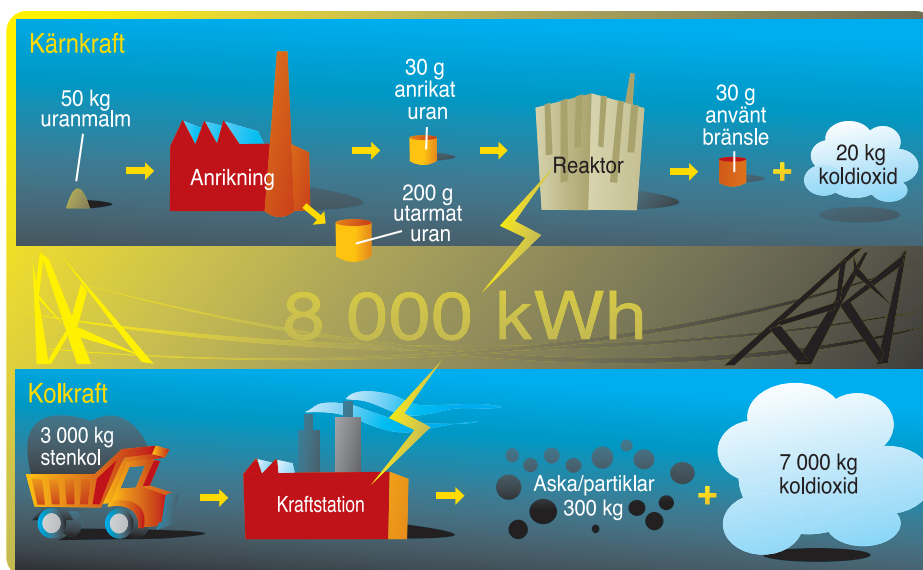
Begreppet sustainable development - hållbar utveckling - användes första gången i ett större sammanhang vid FN:s första miljöpolitiska konferens, Stockholmskonferensen 1972.

En väl genomtänkt och numera klassisk definition av begreppet hållbar utveckling formulerades några år senare av Gro Harlem Brundtland, som var ordförande i Världskommissionen för Miljö och Utveckling, i slutrapporten "Our Common Future" 1987:

*"Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs."*

Redan i Brundtlandrapporten fanns klara ställningstaganden till att en hållbar utveckling i världen går hand i hand med en god teknisk och ekonomisk utveckling framförallt i utvecklingsländerna men också i nuvarande industriländer.

Detta tema har sedan ytterligare förstärkts vid de därpå följande miljökonferenserna i FN:s regi, bland annat Rio 1992 och Johannesburg 2002.



Viktiga delar av bränslecykeln för kärnkraft och kolkraft

## Är uranet ett hållbart bränsle?

Till att börja med kan konstateras att kärnkraften inte i någon del av bränslecykeln släpper ut nämnvärda mängder koldioxid. Det har hävdats att anrikning av uran drar stora mängder el, som i huvudsak produceras i koleldade kraftverk och därför skulle kärnkraften bidra till växthuseffekten.

Detta är en vrångbild eftersom den elkraft som behövs i moderna anrikningsanläggningar för att producera en viss mängd anrikat uran är ca en tusendel av den el som senare genereras med samma mängd uran.

Till bilden hör också att det finns färdiga system och väl genomtänkta metoder för att ta hand om allt avfall från kärnbränslecykeln på ett sätt som är säkert även för alla kommande generationer.

Alla kostnader för den framtida säkra avfallsförvaringen betalas av de generationer som utnyttjar kärnkraften. Volymer avfall som genereras vid kärnkraftdriften fordrar synnerligen små förvaringsvolym (allt avfall från den pl-

nerade svenska kärnkraftproduktionen ryms i ett enda djupförvar som i storlek motsvarar idrottsanläggningen Globen i Stockholm). Kärnkraftens användning lämnar således inte efter sig några problem för kommande generationer.

Uran är den enda bränsleråvaran för kärnkraften och uran har ingen annan nyttig och viktig användning vare sig nu eller under överskådlig tid framöver.

Dessutom återcyklas för närvarande kärnvapenmaterial i kommersiella reaktorer motsvarande två årsförbrukningar i världens alla reaktorer så att framtida kärnvapenanvändning försvåras.

Därmed uppfyller uranet Brundtlandsrapportens krav på en hållbar energikälla. Men det återstår några viktiga frågor om kärnkraftens uthållighet:

- Hur länge räcker uranet?
- Är kärnkraften en långsiktigt hållbar teknik?

## Hur länge räcker uranet?

Uran är vanligt förekommande och finns nästan överallt på jorden och i världshaven. Ämnet är ungefär lika vanligt som tenn och ca 500 gånger vanligare än guld. De flesta berg- och jordarter innehåller uran, men ofta i låga koncentrationer.

I Sverige innehåller de rikaste fyndigheterna - uranhaltiga skiffer i Billingen - 300 gram uran per ton malm, dvs 0,03 procent. Granit innehåller normalt 0,0004 procent uran. Halten i havsvattnet är cirka 1 000 gånger lägre.

De högsta halterna av uran, närmare 20 procent finns i några få fyndigheter i Kanada.

För närvarande betraktas fyndigheter med en halt på minst 0,1 procent uran som ekonomiskt intressanta att bryta. På denna kostnadsnivå skulle tillgängliga uranmalmer räcka i 50 år med nuvarande kärnkraftproduktion.

Om uranpriset ökas till det dubbla, vilket skulle innebära en mindre höjning av kärnkraftens totala kostnad, skulle uranet räcka i hundratals år. En mera detaljerad redovisning lämnas i nästa kapitel.

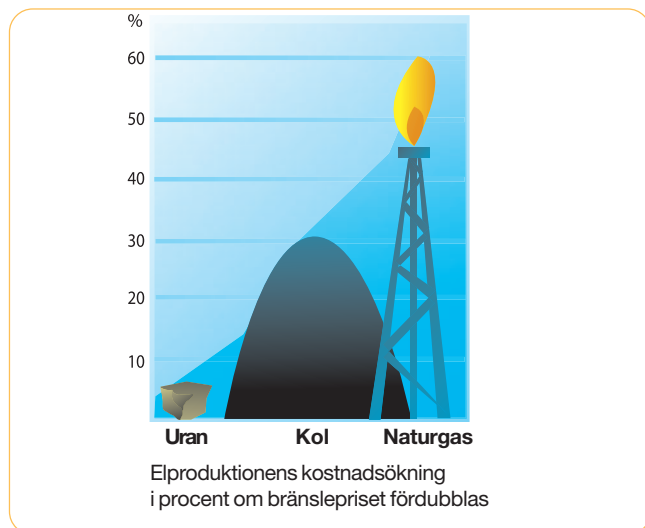
## Kärnkraftens kostnader

Grovt räknat kostar svensk kärnkraft i genomsnitt knappt 20 öre/kWh att producera. I denna siffra inkluderas kostnader för kapital, förnyelsekostnader, drift och underhåll, bränsle- och avfallskostnader samt skatter och avgifter.

Svensk kärnkraft svarar idag för alla sina egna kostnader, inklusive framtida avfallskostnader, och är utan statliga subventioner. Snarare är kärnkraften en kassako för staten. Via den särskilda kärnkraftskatten och elskatten betalar kärnkraft-företagen in 2 miljarder kronor per år till staten.

Kärnkraften är liksom vattenkraft och vindkraft kapitalintensiv och har på samma sätt som dessa kraftslag låga rörliga kostnader. Motsatsen gäller för i första hand kraftproduktion baserad på naturgas, vars kostnad helt domineras av kostnaden för bränslet. Samma inriktning gäller för övriga fossila kraftslag samt för bioenergi.

Kärnkraftens rörliga kostnad är 3,5 öre/kWh, varav knappt 3 öre för bränslet och knappt 1 öre för framtida avfallshantering. Bränslekostnaderna består av tre ungefär lika stora delar. Uran, anrikning och bränsletillverkning kostar vardera ungefär 1 öre/kWh.



Om kostnaden för natururan ökar till det dubbla, från 1 öre/kWh till 2 öre/kWh, ökar kärnkraftens totala kostnad från 20 öre till 21 öre/kWh, d.v.s. med 5 %. Om priset på naturgas däremot ökar till det dubbla blir kostnaden för gaskraften cirka 60 procent högre. Ett fördubblat kolpris ökar produktionskostnaden i ett stort kolkraftverk med cirka 30 procent.

En annan intressant illustration är att produktionskostnaden för kolkraft stiger med minst 60 % om krav ställs på avskiljning av koldioxid vid kraftverket.

Om priset på uran ökar till det dubbla någon gång i framtiden så blir cirka 10 gånger mer av de nu kända uranfyndigheterna brytbara. Dessutom ökar incitamentet till en kraftigt ökad prospektering efter ytterligare nu okända fyndigheter. Uranet skulle då räcka till nuvarande kärnkraftverk med nuvarande teknik i flera hundra år.

På sikt, kanske om 30 - 40 år, är det med utgångspunkt från nuvarande kunskapsläge mycket sannolikt att nya typer av reaktorer kan bli kommersiellt användbara.

Det gäller brytareaktorer och s.k. acceleratordrivna transmutationsreaktorer. Det som är speciellt intressant med dessa är att de utnyttjar uranbränslet 50 gånger mer effektivt än nuvarande typer av reaktorer. Det ursprungliga uranpriset kan då öka ytterligare utan att nämnvärt påverka den slutgiltiga kostnaden att producera el. I transmutationsreaktorerna är det dessutom möjligt att använda redan använt kärnbränsle för ny elproduktion samtidigt som radioaktiviteten i det nya avfallet blir mera kortlivat än i det gamla.

Det finns naturligtvis en rad osäkerheter när det gäller ekonomin för vissa framtida typer av reaktorer. Det är, emellertid, redan nu klart att det finns en stor potential för att vidareutveckla kärnkrafttekniken utefter flera olika linjer så att bränsleråvaran kan användas mycket mer effektivt än i nuvarande reaktorer. Det finns därför grund för påståendet att världens urantillgångar kan räcka för en utökad kärnkraftproduktion i tusentals år.

## Är kärnkraften en långsiktigt hållbar teknik?

I USA, Sverige och på flera andra håll i världen har man inom kraftindustrin dragit slutsatsen att de flesta av de kärnkraftverk som nu är i drift kan användas med god ekonomi och hög säkerhet i ca 60 år, i några fall kortare tid och i andra fall mer än 60 år. De nuvarande svenska kärnkraftverken skulle således kunna vara i kommersiell drift i ytterligare 30 till 40 år. Nya, förbättrade och mer bränsleeffektiva kärnkraftanläggningar kommer med all säkerhet att finnas kommersiellt tillgängliga långt innan dess.

*Men risken för olyckor kan innebära att allmänhetens förtroende för kärnkraften minskar eller i värsta fall försvinner.*

*Denna situation är inte unik för kärnkraften utan den delas med t.ex. flygindustrin, kemiska fabriker, läkemedelsindustrin, passagerarbåttrafiken, kolkraften (gruvkatastrofer) och vattenkraften (dammkatastrofer).*

*När det gäller kärnkraften har den typ av reaktorer som används i Sverige en mycket hög säkerhetsnivå.*

*Om världens alla reaktorer hade denna säkerhetsnivå kan risken för en härdsmlta vid någon av världens 500 reaktorer beräknas till en gång på 200 år.*

*Och en härdsmlta av den typ som inträffade i Harrisburg i USA 1979, den enda olycka i en lättvattenreaktor som hittills inträffat, ledde inte till utsläpp av nämnvärda mängder radioaktiva ämnen. Hälsan hos människor i reaktorns närhet påverkades inte alls.*

Därmed finns saklig grund för att påstå att kärnkraften som den fungerar idag och som den kan väntas utvecklas är en hållbar energikälla så som detta begrepp definieras i den internationella energi- och miljödebatten och så som begreppet förstås av en bred allmänhet.

## Slutsatser

Kärnkraften är en koncentrerad kraftkälla, en egenskap på gott och ont. I jämförelse med kol, olja, solenergi och vindkraft kan den utnyttjas på ett sätt som innebär att små områden berörs per producerad kWh.

Detta gäller även när hela bränslekedjan från urangruvan via reaktordriften till avfallshanteringen inkluderas i jämförelsen.

Å andra sidan fordrar hanteringen av kärnkraften en omfattande och djupgående teknisk kompetens och väl utvecklad teknik. Frågor som har att göra med kärnkraftens säkerhet, miljö och hälsa blir därför komplicerade och svåra att kommunicera.

Västerländsk kärnkraftsteknik har hittills motsvarat högt ställda förväntningar när det gäller säkerhet, miljö och hälsa. Den långa goda erfarenheten i dessa avseenden tycks innebära ett gradvis ökande förtroende för verksamheten i ett internationellt perspektiv.

Därmed finns en grund för en långsiktig användning och utveckling av kärnkraften, åtminstone i industriellt väl utvecklade länder.

Bränslekostnaderna utgör redan nu en mycket liten del av kärnkraftens kostnader, vilket gör att totalekonomin är relativt

okänslig även mot stora förändringar av kostnaderna för uran. I framtida reaktorkonstruktioner blir denna okänslighet än mer markerad. Därmed kan världens samlade urantillgångar, även de som finns i låga koncentrationer, bli en energikälla som kan användas i tusentals år.

Med den internationellt använda definitionen av hållbar utveckling, så som den uttrycks bl.a. i Brundtlandrapporten, kan uran betraktas som en långsiktigt hållbar energikälla.

Detta innebär naturligtvis inte att kärnkraften långsiktigt skulle behöva bli en dominerande energikälla. Däremot finns det anledning för samhället att idag acceptera kärnkraften som en av många energikällor som skall göra det möjligt att även i fortsättningen förse världen med den el som behövs och att minska på beroendet av fossila energislag som påverkar det framtida klimatet.

En fortsatt hållbar global utveckling fordrar en kraftigt ökad användning av el samtidigt som användningen av fossila energislag minskar. I en sådan värld finns plats både för kärnkraften och de förnybara energikällorna.

*Carl-Erik Wikdahl*

*cew@energiforum.se*

Illustrationer *Lasse Widlund*

## Referenser

1. Uranium 2003: Resources, Production and Demand. A joint report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency. OECD 2004.
2. World Nuclear Association: [www.world-nuclear.org](http://www.world-nuclear.org)
3. Our Common Future. The World Commission on Environment and Development. Oxford University Press 1987.
4. Kärnkraftens Utvecklingsmöjligheter. Örjan Bernander. Bakgrund utgiven av Analysgruppen vid KSU. Nr 1, mars 1999.
5. Är Kärnkraften Säker? Carl-Erik Wikdahl. Bakgrund utgiven av Analysgruppen vid KSU. Nr 1, maj 2004.

Publikationerna Bakgrund och Faktaserien ges ut av Analysgruppen vid Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB (KSU).

Gruppens huvuduppgift är att sammanställa och analysera fakta kring frågor som kommer upp i samhällsdebatten med anknytning till reaktorsäkerhet, strålskydd, radiobiologi och riskforskning.

Skriftserier och rapporter publiceras på Analysgruppens hemsida - [www.analys.se](http://www.analys.se). Den innehåller också ett omfattande länkbibliotek till nationella och internationella forskningsorganisationer, kärnkraftmyndigheter och kraftföretag.