



Miljövänner för kärnkraft

Hur farligt är egentligen uranbrytning?

Just nu prospekteras det flitigt efter uran i Sverige vilket har gett upphov till en livad debatt i media om uranbrytning och dess konsekvenser. Dessvärre, så som med alla komplexa vetenskapliga frågor, så florerar en hel del desinformation. Det är inte konstigt att gemene man har svårt att veta vad som är sant eller falskt och det finns ett definitivt behov av att presentera vad som faktiskt bygger på fakta eller ej.

Det är främst tre saker som frekvent dyker upp i media, speciellt på debattsidorna. Uranet sägs ta slut om 40-70 år, uranbrytning släpper ut så mycket koldioxid att det gör kärnkraften till en riktig klimatbandit och sist men inte minst att uranbrytning är en allvarlig hälsofara för både gruvarbetare och lokalbefolkning.

Jag ska i denna artikel granska hur det egentligen ligger till med de tre frågorna.

Hur mycket uran finns det?

Detta är en mer komplicerad fråga än man på förhand kan tro. Dels så finns det siffror på uranfyndigheter som man faktiskt hittat under prospekteringar, men det finns även geologiska uppskattningar på den totala mängden uran som rimligtvis borde finnas och som man med stor sannolikhet kommer hitta under framtida prospekteringar. Prospekterare borrar givetvis inte slumpmässigt utan de undersöker de regioner där man kan förväntas finna det man letar efter. För enkelhetens skull fokuserar jag på de tillgångar som IAEA rapporterar.

Uranmängd (1 000 tU) rapporterat 1999			Antal år med dagens konsumtionstakt
Natural uranium stocks		200	4
Höganrikat uran och plutonium		600	12
Kända konventionella tillgångar	<40 USD/kgU	>1 254	80
	<80 USD/kgU	3 002	
	<130 USD/kgU	1 460	
Ej upptäckta konventionella tillgångar	<80 USD/kgU	1 460	
	<130 USD/kgU	5 338	
Total mängd konventionella tillgångar		11 459	230
Uran i fosfater		22 000	440
Uran i havsvatten		4 200 000	80 000

Tabellen tagen från OECD's Trends in the Nuclear Fuel Cycle: Economic, Environmental and Social Aspects.

Vi ser här att vi har över 200 år, runt 11 miljoner ton, med uran från konventionella källor, dvs uranfyndigheter med relativt höga halter som kan brytas till en kostnad som är ungefär desamma som idag. Ungefär 34-35 procent ligger i fyndigheter man redan hittat och resten förväntas man hitta i likartade geologiska formationer. Men det är inte slutet på de konventionella tillgångarna, just nu sker en prospekteringsvåg i världen efter uran i förberedelse för den kommande stora utbyggnaden av kärnkraften. IAEA säger att man förväntas hitta mellan 15 till 22 miljoner ton uran under enbart denna prospekteringsvågen/1/. En fördubbling av dagens konventionella tillgångar, stämmer den projektionen så har vi uran för närmare 500 år med dagens konsumtionstakt. Mer än nog för att säkerställa en stor utbyggnad av kärnkraften globalt sett.

I tabellen anges även urantillgångar i fosfater. Man har provat bryta uran från fosfater tidigare och sådana projekt är återigen på gång. Anledningen till att det lades ner tidigare är för att det inte kunde konkurrera ekonomiskt med de enormt höghaltiga fyndigheter man hittade i Kanada. Men att utvinna uran ur fosfater är inte så pass dyrt att det nämnvärt påverkar elproduktionskostnaderna för kärnkraft. Det är nämligen så att kostnaden för naturligt uran spelar en försvinnande liten roll i elproduktionskostnaderna, endast någon enstaka %./2/. Om priset på naturligt uran femdubblas så ökar elproduktionskostnaderna endast med några öre.

Den tredje stora tillgången som IAEA rapporterar är uran i havsvatten, det finns en obegränsad mängd uran i havsvatten, över 4 miljarder ton, och det fylls ständigt på med mer från floder. Om vi kan utvinna det uranet så är kärnkraft ur alla synpunkter lika hållbart som förnyelsebar energi /3/. I Japan har man satsat en hel del på att försöka utvinna det uranet och de preliminära försöken är lovande. Senaste prisuppskattningen ligger på 200 USD/kgU/4/ och man förväntar sig att trimma ner kostnaderna ännu mer. Det innebär att metoden visar löfte om att kunna konkurrera med traditionell gruvbrytning. Det finns inte heller något tvivel om att den metoden kommer kunna användas om traditionella höghaltiga tillgångar börjar sina. Därmed så finns det ingen anledning att oroa sig för framtida urantillgångar, speciellt inte ur generation 4 synvinkel då de reaktorerna kan utvinna 50-100 gånger så mycket energi ur uranet.

Uranbrytning och koldioxid

Det finns ingen tvekan om att gruvbrytning producerar en hel del koldioxid, desamma gäller all gruvbrytning, givetvis även brytning för de metaller som krävs till förnyelsebar energi. Det relevanta är inte att påpeka att nått släpper ut koldioxid, utan att jämföra utsläppen med hur mycket energi man får för de utsläppen. Det vill säga hur många gram koldioxid som frigörs per producerad kilowattimme energi producerad ur ett helt livscykelperspektiv. Det har gjorts många livscykelanalyser som alla visar ungefär samma resultat. Utsläppen från kärnkraftens livscykel är ungefär lika små som från vind och vattenkraft och mindre än från solpaneler. Jag ska presentera resultaten här från några olika livscykelanalyser för att visa hur samstämmiga de är. Jag ska även inkludera en livscykelanalys som ofta citeras av kärnkraftsmotståndare, Öko's institutets livscykelanalys, uppenbarligen har de själva inte läst den för även enligt den ligger kärnkraft bra till ur koldioxidsynpunkt!

Öko's livscykelanalys ger dessa resultat/5/

Energikälla	Koldioxidutsläpp g/kWh
Kärnkraft	32
Kärnkraft med uran importerat från sydafrika	126*
Kolkraft, importerad stenkol	949
Kolkraft kombinerad fjärrvärme och el,	622

importerad stenkol	
Kolkraft, brunkol	1153
Kolkraft kombinerad fjärrvärme och el, brunkol	729
Naturgas	428
Naturgas kombinerad fjärrvärme och el	49-148**
Biogas kombinerad fjärrvärme och el	-409**
Vindkraft	24
Havsvindkraft	23
Vattenkraft	40
Solceller	101
Importerad solkraft från Spanien	27

* Jag har inte granskat varför de kommer fram till så dramatiskt mycket högre utsläpp med uran från Sydafrika, extra transporter kan inte förklara skillnaden med tanken på hur liten mängd uran som faktiskt fraktas per producerad kilowattimme.

** Öko's räknar att fjärrvärmen som produceras ersätter olja som annars hade används i värmepanna, därför får de ett negativt resultat för biokraft och så lågt för naturgas. Samma räkningssätt kan man givetvis tillämpa på fjärrvärme från kärnkraft om man vill eller för den delen på el. Kärnkraft ersätter primärt kolkraft eftersom de är de två vanligaste för att producera baskraft, ska man då följa Öko's exempel så kan man lika gärna säga att kärnkraften har negativa utsläpp eftersom det ersätter kol som annars hade bränts. I mina ögon är det väldigt dubiöst att räkna på det sättet och Öko's gjorde det troligen för att försöka få kärnkraft att se sämre ut i jämförelse eftersom de är utpräglade kärnkraftsmotståndare.

Vattenfalls livscykelanalys ger dessa resultat/6/***

Energikälla	Koldioxidutsläpp gram/kWh
Vattenkraft	5
Kärnkraft	3
Vindkraft	10
Kraftvärme bio	16
Solceller	100
Kraftvärme torv	700
Kraftvärme kol	600
Kraftvärme olja	500
Naturgaskombi	400
Kolkraft	700
Reservkraft oljekondens	900
Reservkraft gasturbiner	1300
Bränslecell SOFC	500

***Siffrorna är approximativa eftersom resultaten presenteras i graf inte tabell, därför är svårt att se exakta siffran de angett.

International Energy Agency (IEA) ger dessa resultat/7/

Energi	Koldioxidutsläpp gram/kWh	SO ₂ milligram/kWh	NO _x milligram/kWh	Flyktiga organiska föreningar milligram/kWh	Fina partiklar milligram/kWh
Vattenkraft	2-48	5-60	3-42	0	5
Kolkraft	790-1182	700-32321	700-5273	18-29	30-663
Kärnkraft	2-59	3-50	2-100	0	2
Naturgas	389-581	4-15000	13-2500	72-164	1-10
Biomassa	15-201	12-140	701-2950	0	217-320
Vindkraft	7-124	21-87	14-50	0	5-35
Solceller	13-731	24-490	16-340	70	12-190

En japansk livscykelanalys av Tokamitsu med flera ger dessa resultat/8/

Energikälla	Koldioxidutsläpp gram/kWh
Kol	975
Olja	742
Naturgas	563
Geotermisk energi	15
Förnyelsebar energi	27.7
Kärnkraft	10

Som ni ser så ger alla livscykelanalyser i princip samma resultat. Ibland är vind och vatten lite bättre än kärnkraft och vice versa. Skillnader beror förmodligen främst på vilken energikälla man driver uranrikningsanläggningarna med. Om man gör som i Frankrike där anrikningsanläggningarna drivs med kärnkraftverk så blir utsläppen väldigt små, i USA däremot där kolkraft används så blir utsläppen högre. Men i båda fallen är utsläppen ändå väldigt låga. I det stora hela är skillnaderna mellan kärnenergi och förnyelsebar energi försumbara jämfört med de 100 gånger så höga utsläppen från kol. Varför bråka om tio gram hit och dit när kol släpper ut 1000 gram? Man kan inte på något sätt påstå att uranbrytning är en stor koldioxidkälla.

Uranbrytningens hälsoeffekter på lokalbefolkningen och gruvarbetare.

Den viktigaste frågan är givetvis om man kan bedriva uranbrytning utan att det innebär en hälsorisk för omgivningen eller gruvarbetare. Det spelar inte någon roll om vi har uran för hundratusentals år eller om uranbrytning inte är ett klimathot ifall uranbrytning är en av naturen farlig aktivitet. Efter uppdrag gransknings program om uranbrytning så har det debatterats kraftigt runt uranbrytningens konsekvenser. Det stora (medvetna?) misstaget som uppdrag granskning gjorde var att inte göra skillnad på modern och historisk uranbrytning. Det finns gott om studier som visar att gruvarbetare som jobbade under 40-60 talet har fått stora hälsokonsekvenser på grund av sina arbeten, bland

annat lungcancer. Man vet även vad som orsakade denna ökade cancerrisken och idag har man åtgärdat det till fullo. Det är oerhört viktigt att förstå att gruvindustrin har tagit lärdom av misstagen man gjorde på den tiden och att miljö och hälsolagstiftningen i alla demokratiska länder blivit mycket strängare. All gruvbrytning var smutsig och ohälsosam på den tiden, oavsett om det handlar om järnmalm, koppar, uran eller guld.

Uran i sig är inte nämnvärt radioaktivt och ses inte som en radiologisk risk. Men när uran sönderfaller så uppstår andra ämnen som i sin tur sönderfaller i en lång kedja med ämnen tills det slutar i ett stabilt, icke radioaktivt grundämne. Vissa av dessa sönderfallsprodukter är mindre trevliga för hälsan, varav radon är värst eftersom det är en gas. Just radon var det som gav upphov till lungcancer hos gruvarbetare, speciellt i kombination med en dammig miljö. Lyckligtvis är det ett enkelt problem att komma tillrätta med, man förbättrar helt enkelt ventilationen.

När man talar om radioaktiva ämnen måste man alltid tala om vilken stråldos det ger upphov till, stråldos är helt enkelt en storhet som anger den biologiska effekten av joniserande strålning. Det är endast stråldoserna som visar om närvaron av radioaktiva ämnen är farliga eller ej. Stråldoser beräknas utifrån den mängd energi som strålningen deponerar i olika organ och korrigerar det sen med hur känsligt organet i fråga är för strålningen/9/. Man får då en siffra i en enhet som kallas Sievert uppkallat efter den stora svenska strålskyddsforskaren Rolf Sievert.

Tabellen nedan ger de stråldoser vi svenskar i genomsnitt får från några olika naturliga källor/10/

Källa	Stråldos i milliSievert(mSv)
Kosmisk strålning	1
Naturlig bakgrundsstrålning från radioaktiva ämnen i vår omgivning och kropp.	1mSv
Strålning från ämnen i marken	0.5 mSv (I vissa extrema regioner upp till 50-100mSv)
Radon i bostäder	2 mSv (varierar kraftigt från bostad till bostad, kan vara allt från tiondels mSv till hundratals mSv)

Det finns tre olika sätt att utvinna uran. Dagbrott, underjordsgruva och in situ leeching, metoderna har olika potentiella konsekvenser för miljö och hälsa. I dagsläget så bryts 41% av uranet under jord, 24% i dagbrott och 26% med in situ leeching/11/, resten utvinns som biprodukt vid annan sorts gruvbrytning, tex från fosfater.

Underjordsgruvor används när fyndigheterna är relativt höghaltiga och föreligger djupare under ytan, i Kanada har man till exempel fyndigheter där halterna är upp emot 20%. Bra ventilation är ohyggligt viktigt i underjordsgruvor för att ventilerar bort radonet som annars ansamlas och kan ge upphov till skadligt stora stråldoser. Detta är givetvis ett stort problem för all underjordsbrytning eftersom det finns uran i olika halter i princip alla geologiska formationer. I LKAB's malmgruvor i Malmberget och Kiruna så var stråldoserna på grund av radon upp emot 76 mSv före man kom tillrätta med problemet./12/

Dagbrott används när fyndigheterna ligger relativt nära ytan och i lägre halter, Ranger gruvan som figurerade i uppdrag granskning är ett exempel. Radon är ett mindre problem i dagbrott eftersom det aldrig kan koncentreras i luften på samma sätt som i underjordsgruvor, däremot så innebär alla dagbrott ett stort ingrepp på naturen eftersom man bryter och behandlar så enormt stora volymer.

Slaggdammar måste noga underhållas och man måste bevaka så att inte tungmetaller och andra gifter läcker ut i grundvattnet. Men ett dagbrott för att bryta uran skiljer sig inte nämnvärt från koppardagbrott eller andra slags dagbrott. Miljö och hälsoriskerna är desamma.

In situ leeching är den metod som innebär minst ingrepp på naturen, kort sagt så pumpar man ner ett surt eller alkaliskt lösningsmedel (tex väteperoxid eller svavelsyra) som löser upp uranet i backen, när man sen pumpar upp lösningen igen så separerar man ut uranet och återanvänder lösningen. Inga avfallshögar eller slaggdammar bildas med denna metoden, men den fungerar bara då berggrunden är sådan att lösningsmedlet fritt kan passera genom det och noggrannhet krävs så att inte grundvattnet kontamineras.

Hur står det då till med modern uranbrytning? Utsätts arbetare eller lokalbefolkning för hälsorisker som vida överstiger det vid annan gruvdrift? Australien och Kanada är de två bästa länderna att undersöka när det gäller uranbrytning då de båda är demokratiska moderna samhällen som har lika hård miljö och hälsolagstiftning som Sverige. Om man kan bedriva uranbrytning i de länderna utan större risk så kan vi givetvis göra desamma i Sverige. Det finns rikligt med studier som öppet publiceras om stråldoser till gruvarbetare och lokalbefolkning. Jag fokuserar på just strålningsrisker eftersom det är den enda riskfaktorn vid uranbrytning som nämnvärt skiljer den från annan sorts gruvdrift. Om strålningsrisken är försumbart liten så finns det ingen faktor som gör uranbrytning värre än någon annan sorts gruvbrytning som vi utan tvekan accepterar i Sverige.

Tabellen nedan ger årliga stråldoser för gruvarbetare och lokalbefolkning runt australiensiska urangruvor. /13,14,15/

Yrkesgrupp	Medeldos
Lokalbefolkning i Jabiru nära Ranger gruvan.	0.04-0.2 mSv
Gruvunderhållsarbetare	1.4 mSv
Gruvelektriker	0.7 mSv
Gruvproduktionsarbetare	3.6 mSv
Dos till lokalbefolkning på grund av kontamination i grundvatten	0.01-0.02 mSv

Vi ser av tabellen att gruvarbetare får en årlig stråldos på grund av gruvbrytning som är mycket mindre än den vi svenskar får från naturliga källor. Att flytta från en region med låg bakgrundsstrålning till en med hög ger en långt mycket större ökning av stråldosen än att jobba i en urangruva, det är även intressant att stråldoserna till arbetare i urangruvorna är sjuttio gånger mindre än den stråldos LKAB's gruvarbetare historiskt fick i de svenska malmgruvorna.

Tabellen nedan ger årliga stråldoser till kändensiska gruvarbetare/16/.

Yrkesgrupp	Medeldos
Dagbrott gruvarbetare	0.45 mSv
Dagbrott underhållspersonal	0.42 mSv
Dagbrott annan personal	0.34 mSv
Underjord gruvarbetare	3,71 mSv
Underjord underhållspersonal	1 mSv
Underjord annan personal	1,31 mSv
Flygpersonal****	0.46 mSv

****Flygpersonal anges som jämförelse med en yrkesgrupp man normalt inte tänker på i samband med

strålningsrisker.

Vi ser även här att doserna är väldigt låga, mycket lägre än naturligt bakgrundsstrålning. Totalt försumbara stråldoser som inte har några signifikanta hälsoeffekter överhuvudtaget. Precis som i Australien så är det ”farligare” att flytta från en region till en annan än det är att jobba i urangruva. Man kan därmed slå spiken i kistan för att modern uranbrytning innebär en strålningsrisk för arbetare och lokalbefolkning.

1. Reuters, *High uranium prices boost exploration: IAEA*
2. Se tex OKG's ekonomiska årsrapport, totala bränslekostnaderna uppgår till 355 miljoner kronor och 16 567 000 000 kWh el producerades. Det blir ungefär 2öre/kWh, totala elproduktionskostnaden är enligt samma rapport är 18.8 öre. Bränslekostnad är med andra ord 10.6% av kostnaderna och naturligt uran står för en tredjedel av det.
3. Bernard Cohen *American journal of physics*, 51, januari 1983
4. http://jolisfukyu.tokai-sc.jaea.go.jp/fukyu/mirai-en/4_5.html
5. Berechnungen des Öko-Instituts mit GEMIS. <http://www.oeko.de/aktuelles/dok/525.php>
6. Vattenfalls LCA kan hittas på denna adressen
http://www.vattenfall.se/www/vf_se/vf_se/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/196015vatt/815691omxv/819778milj/P0282331.pdf
7. *Hydropower-Internalised Costs and Externalised Benefits*, Frans H, Koch, International Energy Agency(IEA)-Implementing Agreement for Hydropower Technologies and Programmes; Ottawa, Canada, 2000
8. *Evaluation of lifecycle CO2 emissions from the Japanese electric power sector in the 21st century under various nuclear scenarios*" *Energy Policy*, Volume 34, Issue 7, May 2006, Pages 833-852
9. För mer information om strålning se SSI's hemsida och broschyrer, tex
http://www.ssi.se/fakta_om_stroelning/Stroelningsbroschyr/Bilder/Stralningbr.pdf
10. SSI http://www.ssi.se/fakta_om_stroelning/Stroelningsbroschyr/Naturlig_str.html?MenuType=3&Menu2=Naturlig
11. Uranium Information Center, <http://www.uic.com.au/nip41.htm>
12. Mats Hagberg med flera, x2001 *Conference on Exposure Assessment in Epidemiology and Practice*
13. *Supervising Scientist Annual Report 2002 – 2003* <http://www.environment.gov.au/about/publications/annual-report/ss02-03/section2-2-3.html>
14. R.A Akber et al, "Public Radiation Exposure due to Radon Transport from a Uranium Mine", *Radiation Protection Dosimetry* 45:137-140 (1992)
15. ARPANSA *Regulatory Impact Statement Final Version – July 2005*
http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps9_ris_final.pdf
16. *Health Canada*, 2006 Report on Occupational Radiation Exposures in Canada