

## Miljöfrågor vid uranutvinning

Under senare år har det kärnkraftkritiska lägret ifrågasatt uranbrytningen i världen och gör gällande att välfärdsstaterna i Europa lastar miljökador på andra länder. Sverige till exempel köper uran bl a från Australien och Kanada där brytningen sker i områden med urinvånare, aborigener respektive indianer.

Kritiken inleddes 1984 med ett utspel om förhållanden vid urangruvor i Kanada. Två miljöaktivister, varav en uppgav sig representera indianerna i Saskatchewan, reste runt i flera europeiska länder och hävdade att uranbrytningen ödelade land, vatten och hela livsmiljön. Här i Sverige framförde de att: "Våra barn föds med cancer, fisken blir blind och träden dör, svenskarna måste ta sitt ansvar för den miljöförstörelse avfallet åstadkommer hos oss".

Uppgifterna fick stor spridning i media. Industridepartementet beordrade granskning av uppgifterna. Kritiken mot förhållandena vid uranbrytningen i Saskatchewan tillbakavisades helt i den utfrågning som departementet höll med svenska myndigheter. Där framkom att det inte fanns några tecken på ökad cancer hos människor eller skogsdöd runt gruvorna, att uranbrytningen skedde på ett acceptabelt sätt från miljö- och hälsosynpunkt, och att den föregivne talesmannen var helt okänd för indianorganisationen "Federation of Saskatchewan Indians".

Slutsatsen blev att ingen av myndigheterna ansåg att några bärande skäl framkommit som motiverade fördjupade studier eller regeringsåtgärder. Verkligheten är att uran idag utvinns i moderna gruvor, där man framgångsrikt satsat på miljön.

### Åtgärder för god miljö

All gruvbrytning ger lokala miljöeffekter, en urangruva skiljer sig därvid inte nämnvärt från andra gruvor.

Då uranmalm har högre strålningsnivå än andra malmer, måste särskilda åtgärder vidtas mot radon i luften, radium i vatten och avfall samt mot direktstrålning.

Ur malmen framställs urankoncentrat (innehållande 70-80% uran). Detta sker i ett uranverk, som vanligtvis lokaliseras nära gruvan.

Miljökraven har stor betydelse för dess planering och utformning.

### Uranfyndigheter

Uran är ett radioaktivt silvervitt metalliskt grundämne i naturen med kemiska beteckningen U och atomnummer 92.

Under 1800-talet användes det som färgämne vid glastillverkning. Idag är låganrikat uran bränsle i kärnkraftreaktorer. Uran påträffas i mineralen pechblände, uraninit m fl. Naturligt uran består till 99,3% av isotopen U-238 och till 0,7% U-235 (användbart för kärnklyvning).

Berggrunden innehåller i genomsnitt omkring 4 gram uran per ton bergmassa och havet innehåller ca 3 milligram per

ton vatten. Genom processer under jordens utveckling har brytvärda ansamlingar med högre halt av uranmineral bildats.

### Gruvetablering i samråd

Uranfyndigheter förekommer i många länder. Ibland i jordbruksområden som exempelvis i Frankrike och Tjeckoslovakien, eller i vissa alunskiffrar som i Sverige. Stora urantillgångar finns i Afrika, Australien och Nordamerika. I flera fall ligger gruvorna i områden som bebos av indianer eller aborigener, den australiska urbefolkningen. Etablering av nya

gruvor sker numera i samråd med dessa folkgrupper.

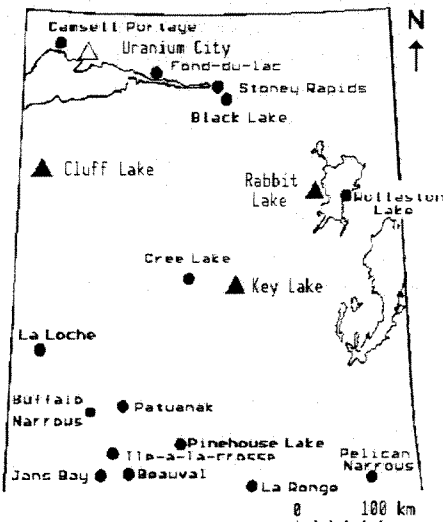
Såväl Kanada som Australien är mineralrika länder med ett stort antal gruvor och produktion av många metaller. De har moderna gruvindustrier och miljömedvetna myndigheter.

**KANADAS INDIANER**

I norra Saskatchewan bor indianer av Cree- och Chipewastammarna. Redan när kanadensiska regeringen tillsatte en utredning för att bedöma Key Lakeprojektet i norra Saskatchewan (Kanadas största urangruva) deltog indianen Joe Roberts från byn La Ronge. Utredningen utmynnade bl a i att den industri som etablerades skulle garantera utbildning och arbete även för indianerna i norr.

Saskatchewanans regering antog förslaget och angav i tillstånden för de tre gruvprojekt som nu är i drift att en viss del av de anställda skulle komma från norra regionen och att ett utbildningsprogram skulle genomföras.

Bakgrunden till beslutet var, att indianerna som trängts tillbaka redan på 1800-talet, hade svårt att leva på sina traditionella sysslor vilket medförde omfattande arbetslöshet. Levnadsstandarden var lägre än för övriga invånare.



Norra Saskatchewanns yta är 2/3-delar av Sveriges och de 35 000 invånarna bor i 20-talet samhällen. Gruvorna Cluff Lake, Rabbit Lake och Key Lake samt den nedlagda gruvan i Uranium City är särskilt markerade.

Programmet har lett till att ca 350 personer från norra Saskatchewan anställts i de tre gruvprojekten Indianerna utbildas exempelvis till lastbilsförare, elektriker, snickare, rörmokare och process-tekniker.

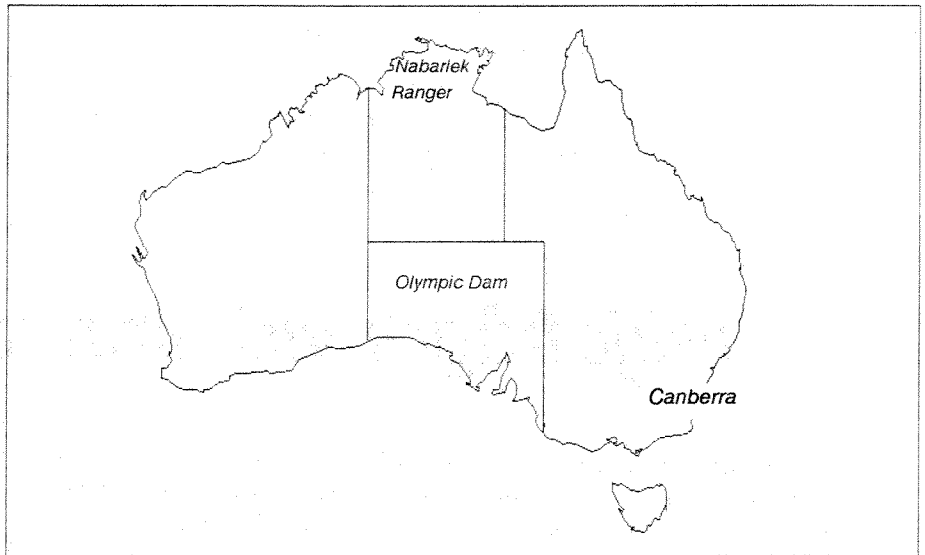
Samma arbetsschema förekommer vid de tre gruvorna; de anställda flygs in från indianbyarna till gruvorna för arbete under sju dagar, elva timmar per dag.

Under denna tid bor och äter de på hotell. Därefter flyger de hem för sju dagars ledighet.

System har visat sig fungera väl för indianerna, eftersom de därmed även kan ägna sig åt traditionella sysslor som jakt och fiske.

Arbetet ger dem ekonomiska möjligheter att köpa snöscottrar och andra kapitalvaror som behövs i norr. Gruvindustrin skapar även arbetsuppgifter för lokala, indian-ägda företag, inom bygg- och transportbranscherna.

Indianerna i Saskatchewan är organiserade i "Federation of Saskatchewan Indians" som bevakar deras intressen.



**AUSTRALIENS ABORIGENER**

I närheten av Rangergruvan, en av världens största uranfyndigheter, bor australiska urinnevånare, aborigener. När regeringens utredning gjordes under 1970-talet fanns 24 "landägare av tradition". År 1982 var antalet aborigener 91, som ökade till 380 personer år 1986. Av dessa är 17 anställda vid Ranger Uranium Mine som gruvarbetare, som kontorister och i miljöprogrammet.

Gruvföretaget finansierar ett utbildningsprogram för att ge barnen normal skolgång. Enligt överenskommelse betalar gruvföretaget varje år 4.25 % av sina inkomster till en särskild fond. Detta motsvarar över 40 miljoner kronor. Från denna fond går 30 % till en fond för aborigener, 40 % till Northern Land Council och 30 % till Gagudju Association som sköter skolor, sjukvård, bostäder, transporter och utveckling av småföretag.

Gagudjustammen har fått landrättigheter och äger redan de två hotell som finns i den omgivande nationalparken. Men pengarna går också till individuella behov. Ranger har även ett särskilt utbildningsprogram för alla sina anställda

om aboriginernas kultur, och tar stora hänsyn för att inte störa deras heliga platser.

Urangruvan är totalt isolerad från den omgivande miljön - nationalparken - inte ens regnvatten från byggnadernas tak släpps ut. Så rigoröst är kravet både från australiska regeringen och de aborigener som äger marken.

**Uranmalmen**

Vissa grundämnen (som uran) är radioaktiva, dvs de sönderfaller och omvandlas till andra grundämnen. Uranets sönderfall sker i flera steg och slutprodukten är bly. Andra radioaktiva ämnen i naturen är kalium och torium. Radioaktivt kalium finns bl a i människokroppen.

Vid radioaktivt sönderfall utsänds joniserande strålning. Radioaktiva ämnen finns överallt omkring oss.

Vi utsätts ständigt för joniserande strålning. Den kommer från marken och från rymden och hör till vår naturliga livsmiljö.

Ansamlingar som har hög uranhalt och är tillräckligt stora benämns malm.

Sådan malm kan ibland även innehålla andra metaller eller industrimineral. Uranet utvinns sedan ur malmen i ett närbelägen uranverk.

### Låg strålning från koncentrat

I moderna gruvor har man satsat både på arbetsmiljö och yttre miljö. Den färdiga produkten är urankoncentrat (*yellow cake*), ett gult pulver som innehåller ca 70 % uran. Pulvret förpackas i vanliga plåttunnor.

Strålningsnivån från urankoncentrat är så låg att den inte innebär några problem vare sig när det gäller att hantera tunnorna eller vistas i närheten av dem.

Däremot är uran en tungmetall och har liksom andra tungmetaller en viss kemisk giftverkan.

### Gruvan och verket

Brytningen sker endera i dagbrott eller under jord. Därefter transporteras malmen till uranverket där den krossas och mals till sand, varefter uranet lakas ut med utspädd svavelsyra. Den uranhaltiga lösningen separeras sedan från den sand som inte har lösts - den senare kallas i gruvsammanhang för anrikningssand.

Tillsammans med uranet löses andra metaller ut, t ex järn. Lösningen renas därför med en organisk vätska som fångar upp uranet. Därefter löses det renade uranet på nytt i en vattenlösning, och när denna tillförs ammoniak bildas det gula, pulverformiga urankoncentratet som tor-kas och packas i tunnor.

Vid lakningsprocessen förbrukas det mesta av svavelsyran. Rester av svavelsyran finns dock kvar i avloppsvattnet, som måste neutraliseras och även renas bl a från radium, ett radioaktivt ämne, som bildats vid uranets sönderfall. Vattnet neutraliseras först med kalk, därefter tillförs bariumpklorid så att radium faller ut och sedimenterar.

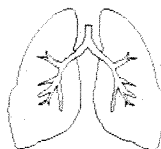
Anrikningssanden och utfällningen från reningen av avloppsvattnet utgör avfall och tas om hand på olika sätt beroende på malmtyp, klimat, tillgång till mark och andra faktorer. Sand och fällning kan t ex läggas tillbaka i gruvan som fyllning, läggas i en damm under vatten eller läggas ut torrt på marken och täckas med tätande material, t ex morän. Erfarenheter av skilda förvaringssätt och deras effekter finns från gruvor i många länder.

### Arbetsmiljö i gruva och verk

Arbetsmiljön i gruva och uranverk är i stort sett densamma som i andra gruvor och processindustrier. Gruvdrift är alltid förenad med buller, spränggaser, damm och fysiska olycksrisker, ibland också med dieselavgaser.

Dieselmotorer används fortfarande i en del äldre gruvor och avgaserna är ett väsentligt arbetsmiljöproblem. Numera går man alltmer över till eldrift under jord.

Särskild hänsyn måste dock tas till radon i luften och direktstrålning från malmen. Malmen innehåller radium, som långsamt sönderfaller och bildar gasen radon. Då denna gas i sin tur sönderfaller, bildas så kallade radondöttrar, fasta ämnen som avger alfastrålning.



Denna strålning är harmlös för människans ytterhud, men om man inandas dammpartiklar med radondöttrar som sedan fastnar i lungorna kan den bli farlig. Vistelse under längre tid i luft med hög halt av radondöttrar ökar risken för lungcancer. Radon bildas i mindre omfattning även i andra gruvor.

### Ventilation i underjordsgruvor

Myndigheterna i länder med urangruvor har utarbetat normer för radondöttrar i underjordsgruvor. För att innehålla normerna har gruvföretagen gjort omfattande installationer för ventilation av luften och även vidtagit andra åtgärder.

Gruvluften analyseras fortlöpande. I franska och vissa kanadensiska underjordsgruvor bär varje arbetare en personlig mätare som visar hur mycket radondöttrar som just han har kommit i kontakt med.

Vid uranbrytning i dagbrott sprids radonet snabbt med vindarna så att radondotterhalten blir låg utomhus.

### Radon i bostäder

Radondöttrar har som bekant även blivit ett problem i vissa bostäder där radonet antingen kommer från marken under huset eller från byggnadsmaterialet i huset. Under de senaste åren har problemet ökat genom att husens ventilation minskats för att spara energi.

*Nu gällande internationella normer innebär att den årliga radondotterdosen till gruvarbetare inte får bli högre än den årliga radondotterdos, som är tillåten i befintliga svenska bostäder.*

### Direkt strålning

Den direkta strålningen - gammastrålningen - avläses på en liten dosimeter, som de anställda bär. Om uranhalten i malmen är hög, 2 % eller mer, kan uranets radioaktiva sönderfallsprodukter kräva åtgärder som t ex att strålskydd installeras på maskiner. Med lägre halter kan brytning ske på samma sätt som i andra gruvor.

Miljö- och hälsoavdelningen vid respektive gruva avläser dosimetrarna och håller reda på de stråldoser som de anställda har fått. Det här är rutin för alla som arbetar med strålning.

### FAKTA - RUTA 1

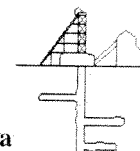
Vid dagbrottsgruvan Rabbit Lake i norra Saskatchewan har följande årliga doser mätts upp:

Gammastrålning:	% av de anställda
0-2.5 millisievert	93.0
2.5-7.5	5.9
5.0 - 7.5	0.9
10.0-12.5	0.3

Radondöttrar:	% av de anställda
0-0.5 WLM *	96.1
0.5-1.0 WLM	3.9

De internationella normerna har ett gränsvärde på 50 millisievert för gammastrålning och 4 WLM för radondöttrar. Saskatchewan införde först av alla regeln att lägga ihop gammastrålning och radondöttrar så att den sammanlagda strålningen räknas mot ovan angivna gränsvärden. Detta innebär en skärpning av kraven.

\*) WLM är en amerikansk enhet för radondöttrar. Ovan nämnda dos på 4 WLM motsvarar den dos som erhålles av en person som bor i ett hus under ett år med radondotterhalten 400 becquerel per m<sup>3</sup> = det svenska gränsvärdet för befintliga hus.



### Planering av ny gruva

När ett gruvföretag efter prospektering har hittat en tillräckligt stor fyndighet, börjar planeringen av brytningen - ett långvarigt och omfattande arbete.

Först görs studier av omgivande miljö, vilka bl a omfattar en kartläggning av

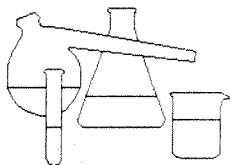
hur naturen och djurlivet ser ut och vilka halter av naturligt radioaktiva ämnen som finns i luft, vatten, mark, växter och djur.

Därefter projekteras gruva och verk, varvid beräkningar görs hur installationerna skall utföras för att ingreppen i miljön skall bli minsta möjliga.

### Myndighetsbeslut om gruvetablering

Gruvansökningar prövas noga av myndigheter. Både i Kanada och i Australien har regeringarna i vissa fall tillsatt särskilda utredningar under ledning av opartiska jurister för att få underlag för besluten. Dessa utredningar har ofta arbetat längre än ett år, varvid de bl a hållit "hearings" i byarna närmast den planerade gruvan, för att utröna lokalbefolkningens inställning.

Sådana utredningar har gjorts både vid gruvan Key Lake i provinsen Saskatchewan i Kanada och vid Rangergruvan i Nordterritoriet i Australien. I båda fallen blev resultatet att gruvbrytning kunde inledas, men att hårda krav ställdes på skyddandet av miljön.



*Undersökningsprogram har fastställts så att gruvföretagen under drift dels mäter alla utsläpp, dels tar prover i omgivningen av luft, vatten, jord, växter och djur. Även förekomsten av radioaktiva ämnen mäts.*

### Yttre miljö

Gruva och verk påverkar luft och vatten i omgivningen. Luftutsläppen från gruvan innehåller radon, och radon avgår även från malmen och anrikningssanden som finns i processgången i verket. Därmed uppstår en förhöjning av radondotterhalten i luften i närheten av gruva och verk. Halterna utomhus är dock låga. Det beror helt enkelt på att radonet förs bort med vindarna.

Radon och radondöttrar är kortlivade, vilket innebär att de ej ansamlas i lufthavet. Radondotterhalten i luften minskar med avståndet från gruvan och på ca 1.5 kilometers avstånd kan man inte mäta någon skillnad mot halter i vanlig utomhusluft.

### Svaveldioxid

Vid tillverkning av urankoncentrat kan utsläpp av svaveldioxid ske i samband med att svavelsyra tillverkas på platsen.

Vid Key Lakegruvan i Kanada, varifrån en stor del av uranet kommer till de svenska kraftverken, är syraanläggningen försedd med ett dubbelt absorptions-system för rening. Utsläppet av svaveldioxid är ca 100 ton per år. *Eftersom denna gruva producerar uran för ca 30 stora reaktorer, blir varje reaktors andel 3.3 ton per år. Det blir inga utsläpp av kväveoxider från uranverket.*

Vid tillverkningsprocessen lakas malm i utspädd svavelsyra, varvid uranet går i lösning och därefter koncentreras. Huvuddelen av svavelsyran förbrukas i denna process. Därefter neutraliseras små mängder kvarvarande syra i avloppsvattnet med kalk. Vattnet behandlas sedan med bariumklorid. Den fällning som uppstår innehåller radium, ett naturligt radioaktivt ämne. Vattnet, som efter denna rening praktiskt taget är fritt från radium, analyseras noga innan det pumpas ut i sjösystemet nedströms.

Vid Rangergruvan i Australiens varma klimat, pumpas avloppsvatten till en stor bassäng. Därifrån avdunstar ren vattenång till luften medan föroreningarna blir kvar. Detta system kan bara användas där avdunstningen är hög. När regnperioden något år varit större än vanligt och nivån stigit i bassängen, har gruvföretaget fått tillstånd att använda avloppsvatten för att bevattna markytorna inom gruvområdet. Därmed kan avdunstningen ökas i tillräcklig grad.

### Avfallet

Anrikningssanden och fällningen från neutralisering och vattenrening utgör ett fast avfall som innehåller naturligt radioaktiva ämnen, bl a radium. Detta fasta avfall kan även innehålla andra tungmetaller än uran.

Det fasta avfallet läggs upp i förberedda upplag, där botten och sidorna har tätats med en blandning av bentonitlera och morän (Key Lake). Avfallet sprayas i en vattenblandning. Vattnet rinner sedan ut via sandfilter medan sanden och gips från neutraliseringen bildar en fast, hård massa. Det fasta avfallet har ju redan lakats i svavelsyra. Detta innebär, att det är motståndskraftigt mot lakning med vatten. Vattnet återförs sedan till processen.

När verket en gång i framtiden stängs, kommer upplaget att tätas upptill så att regnvattnet inte rinner genom upplaget. Därmed åstadkommer man dels att inte radium och tungmetaller lakas ut, dels att avgången av radon från upplaget till luften minskar till låga nivåer. Radonet hinner nämligen sönderfalla till radondöttrar under den tid det tar för gasen att transporteras genom det täta skiktet upp till markytan. Eftersom sönderfallsprodukterna är fasta så stannar de i marken.

Mängden fast avfall från utvinning av uran är ungefär densamma som vid utvinning av andra metaller, såsom koppar eller zink. Vid all gruvverksamhet rör det sig lokalt om rätt stora mängder.

Malmen vid Key Lake innehåller ca 2% uran. Detta innebär att det bildas ca 50 ton fast avfall per ton uran som produceras. Vid Key Lake omfattar upplaget för det fasta avfallet enligt ovan en total yta inklusive vallar av 45 hektar, ca 700 X 700 m. Denna yta räcker för gruvans hela produktion fram till slutet av 1990-talet, ca 75 000 ton uran, vilket skulle kunna försörja det svenska kärnkraftssystemet i 50 år. Vid Rangergruvan är motsvarande yta ca 150 hektar.

### Miljökontroll

I driftstillståndet för en gruva finns villkor om kontrollanalyser i miljön kring gruvan. Vid Key Lake kontrolleras dessa analyser dels av den federala kärnkraftinspektionen, dels av provinsen Saskatchewan miljömyndighet.

*Erfarenheterna vid Key Lake efter fyra års drift är att vattensystemet nedströms gruvan inte visat några mätbara effekter på miljön, och att analyser av grundvatten kring avfallsupplaget inte visat några mätbara läckage. Fisket i området kring Key Lake är lika bra som tidigare. Mätningar visar pH = 6.3 uppströms gruvan och pH = 5.9 - 7.2 i sex sjöar och bäckar nedströms gruvan.*

Vid Rangergruvan har den australiska regeringen etablerat en särskild, statlig miljökontrollorganisation (eng. Supervising Scientist) med 40 anställda och breda internationella forskarkontakter. Svenska forskare från Radiofysiska Institutionen vid Lunds Universitet har t ex arbetat där i olika perioder. Organisationen kontrollerar de undersökningar som gruvföretagets miljödivision utfört och gör dessutom egna stu-

dier av miljön kring gruvan. Resultaten hittills av miljökontrollorganisationens verksamhet är att analyser av ytvatten visar årsvisa variationer, men inga uppgifter förekommer som antyder negativ inverkan på ytvattnet i närheten av projekt-området. Halterna av uran och radium i bäckar och sjöar runt detta ligger inom normala bakgrundsvärden för vattendrag i detta område.

Analys av grundvatten intill upplaget för anrikningssand visar förhöjningar av sulfat och nitrat men ej av uran eller andra tungmetaller. Förhöjningarna av nitrat och sulfat kan bero på att gödningsmedel använts på dammen för att stabilisera den med växtlighet.

### Äldre försyndelser

Naturligtvis har tekniken för arbetsmiljö och yttre miljö utvecklats i betydande omfattning för uranutvinning, liksom för många andra industriella verksamheter. Under 1950- och 1960-talen förekom underjordsgruvor med dålig luftventilation som hade höga halter av radondöttrar i luften, och detta gav upphov till lungcancer bland de anställda. Nya normer för radonhalten i underjordsgruvor infördes vid ingången av 70-talet för att lösa detta problem.

I Sverige införde Arbetarskyddsstyrelsen 1972 normer för anställda vid gruvor. Socialstyrelsen utfärdade 1980 en kungörelse om radon i bostäder.

Det förekom även på ett par platser i USA att radiumhaltig anrikningssand användes som byggnadsmaterial t ex i husgrunder, och detta ledde till radonproblem i sådana hus. En omfattande sanering har gjorts under 1970-talet.

Vissa upplag av anrikningssand i USA täcktes aldrig över med tätande material när gruvdriften avslutades under 1960-talet. Detta ger högre radonhalt i utomhusluften i den omedelbara närheten av dem. I och med att städer växte, kom några upplag att ligga inom stadsområden. Detta gäller t ex Salt Lake City, Utah och Grand Junction, Colorado. Sedan några år har USA inlett ett program för att deponera dessa avfall på ett säkert sätt. Numera har USA mycket stränga regler för hur anrikningssand får deponeras.

### Återställning av gruvområden

Det finns många exempel på återställda områden efter uranutvinning. I Frankri-

ke finns t ex i Limogesområdet dagbrott, som nu fyllts igen och används som skogsmark eller för jordbruk.

I norra Saskatchewan i Kanada inleds gruvdrift vid Uranium City i början av 1950-talet. Där anlades dels en stor underjordsgruva och några mindre dagbrott, dels ett uranverk. När gruvdriften upphörde 1982, hade gruvföretaget gjort upp en omfattande plan för hur området skulle återställas. Målsättningen var att strålningsnivåerna skulle reduceras så långt som det var rimligt.

När planen godkändes av Saskatchewan's miljömyndigheter inleddes arbetet. Vid driften på 1950-talet hade avfall deponerats i sjöar. En av dessa renades genom att sjön torrlades och allt sediment pumpades ned i underjordsgruvan varefter sjön fylldes på nytt med vatten. I ett par andra sjöar täcktes botten med ett 600 mm tjockt lager av sand och grus. Uranverket revs, vägar lades igen och dagbrotten fylldes igen.

Uppföljning några år efter denna städning visar att fisken nu återigen vandrat in även till sjöar som tidigare var starkt förorenade och innehöll fasta partiklar i suspension, lösta ämnen samt uran och radium.

Gruvföretaget för Rangergruvan i Australien betalar f n in 2 % av sina inkomster till en fond, administrerad av regeringen för att täcka framtida kostnader för återställning av gruvområdet.

### Hälsoundersökningar

Undersökningar av anställda, som arbetat i underjordsgruvor på 1950- och 1960-talen har visat ökat antal lungcancerfall jämfört med normalbefolkningen.

Däremot har man inte kunnat se någon cancerökning för människor som bott i närheten av urangruvor. Det har påståtts att indianerna i Saskatchewan skulle ha ökad cancerfrekvens beroende på uranutvinning. *Statistik från Saskatchewan Cancer Foundation* visar dock att cancerfrekvensen för indianer är väsentligt lägre än för hela befolkningen i Saskatchewan. Det vore för övrigt inte rimligt att få några effekter eftersom indianbyarna ligger flera mil från gruvorna i detta glest befolkade område.

### Uranets fortsatta väg

Urankoncentratet förs sedan till en konverteringsanläggning, där det omvandlas kemiskt till uranhexafluorid.

Därefter går det till en anläggning för isotopanrikning, där halten av isotopen uran -235 ökas från 0,7% till ca 3%. Processen sker i gasform, vilket är möjligt genom att uranhexafluorid övergår till gas vid uppvärmning till 60°C.

Den anrikade uranhexafluoriden transporteras till en bränslefabrik, där den först omvandlas till urandioxid, ett svart pulver. Av detta pressas små kutsar (ca 1 cm långa), som bränns vid hög temperatur. Därefter läggs kutsarna i långa rör av en zirkoniumlegering - zirkaloy. Ett antal rör sätts ihop till bränsleknippen. Därmed är bränslet färdigt för användning i kärnkraftverken.

### FAKTA - RUTA 2

*I Sverige finns kända uranförekomster dels i granitbergarter, dels i alunskiffer. Kring Ranstad i Västergötland finns ett område med alunskiffer, som i uranrik del innehåller ca 300 g uran per ton skiffer. Uranförekomsten är stor i homogen malm, men halten är låg. Med nuvarande låga uranpriser på världsmarknaden är det olönsamt att utvinna uran från Ranstad.*

*I slutet av 1960-talet utvanns sammanlagt 200 ton uran från Ranstad. Men eftersom alunskiffern har hög svavelhalt, uppkom problem med vittring av det fasta avfallet. (Vittring är en reaktion mellan svavel, vatten och luftens syre varvid svavelsyra bildas.)*

*I Ranstad gjordes en försöksdeponering, med 15 000 ton fast avfall. Ena hälften av deponins överyta täcktes med 2 dm kalksten, 1 m morän och 3 dm matjord. På den andra hälften utbreddes en 2 dm tjock blandning av bentonitlera och morän, 1 m morän och 3 dm matjord. Således totalt 1,5 m täckning.*

*Nyligen vidtagna undersökningar, 16 år efter deponeringen, visar att vittringshastigheten har minskat med 99% under båda ytorna jämfört med icke täckt avfall. Täckningen har också minskat vattenmängden som rinner genom högen till 1-4% av nederbörden.*

*Dessa forskningsresultat blir värdefulla för den återställning av området som nu planeras.*

*Granitbaserade malmer har låg svavelhalt. Anrikningssand från granitmalm ger därför vare sig vittring eller försurning.*



**Ingemar Lindholm**, Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), svarar för denna sammanställning. Telefon 08 665 28 00.



## KSU Informationscentrum för kärnkraftsäkerhet

*Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB (KSU) driver olika säkerhetsfrågor som lämpar sig för en samordnad insats från ägarföretagen: Forsmarks Kraftgrupp AB, Oskarshamns Kraftgrupp AB (O K G), Sydkraft AB och Vattenfall.*

### Erfarenhetsåterföring

KSU samlar in och utvärderar information om driftstörningar i kärnkraftverk världen över. Relevanta erfarenheter och slutsatser återförs sedan till de svenska kraftverken och omvänt.

Informationsutbytet bedrivs avtalsenligt genom internationella organisationer, som numera omfattar nästan alla kärnkraftländer och för vilka KSU är svenskt kontaktorgan.

KSU har utvecklat ett datorbaserat kommunikationssystem, ERF, där informationen finns lättillgängligt lagrad och används för t ex trendstudier.

### Utbildning

KSU ansvarar också för en betydande del av personalutbildningen inom kärnkraftindustrin. Främst gäller det träning av kontrollrumspersonal i fullskalesimulatorerna vid KSUs huvudkontor, beläget intill Nyköping.

Simulatorerna återskapar så naturtrogna förlopp som möjligt av processerna i de svenska kärnkraftverken.

Varje år övas kontrollrummens skiftlag i alla möjliga driftsituationer; normaldrift, olika effektnivåer, nedgång eller uppgång. Men också onormala händelser övas. Under programmets gång lägger instruktörerna in olika fel och störningar, ibland sådana som uppstått i det egna kraftverket. Detta sker för att alla skiftlag på det aktuella kraftverket ska få öva samma störning.

Merparten av vidareutbildning för operatörerna sker dock vid kraftverken i form av teori och praktik samt träning på kompaktsimulatorer.

### Information

Sedan någon tid har KSU också ett informationsansvar i fråga om:

- kärnkraftsäkerhet
- joniserande strålning
- riskjämförelser mellan energiformer.

Syftet är att tillhandahålla saklig bakgrund till de frågor som kommer upp i samhällsdebatten.

Faktamaterialet sammanställs av experter på aktuella områden. Det görs sedan tillgängligt såväl för kraftföretagens egen personal som för opinionsbildare, politiker och massmedia.

### Analysgruppen

Rådgivande för informationsverksamheten är *analysgruppen*. Den består av människor med erfarenhet av forskning och praktiskt säkerhetsarbete inom hela kärnkraftområdet. Analysgruppen bevakar samhällsdebatten och initierar utredningar och remissyttranden.

### KSU ger ut följande skriftserier:

**"Nytt inom kärnkraften"**. Sammanfattar i korta notiser nyheter ur in- och utländska rapporter och tidskrifter.

Det kan gälla tekniska nyheter, drift-erfarenheter, störningar, politiska beslut, opinionsyttringar, miljöfrågor och strålningseffekter.

Notiserna finns i en databas och kan sammanställas under olika sökord.

**"Massmedia och kärnkraften"**. Tar upp svenska massmedias behandling av olika frågor inom kärnkraftsområdet och gör faktabaserade tillrättalägganden.

**"Bakgrund"**. Faktablad som ges ut när en viss fråga blir aktuell i debatten och får en förvirrande eller felaktig framställning.

### "Bakgrunder" 1988

- De västtyska uranaffärerna
- Transporter av uranhexafluorid
- Utländskt kärnavfall i Sverige
- Kärnkraftverkens tekniska livslängd
- Utsläppen till miljön vid förtida kärnkraft-  
avveckling
- Slog Harrisburg och Tjernobyli sönder vår  
säkerhetsbild?
- Människan i den svenska kärnkraften
- Rysk självrannsakan efter Tjernobyli
- Säkerhetsfiltret - ny teknik ökar svensk  
kärnkraftsäkerhet
- "Olyckan" vid kärnkraftverket Biblis