

KÄRNAVFALLSRÅDET

Kunskaps-
lägesrapport 2016
om stråldoser
till människor och
miljö

Låga stråldoser från närodlad mat vid läckage

Ett läckage av radioaktiva ämnen från ett slutförvar för använt kärnbränsle kan nå markytan och ge kronisk strålning i låga doser till närboende. Radioaktiva partiklar kan komma in i kroppen genom vatten och lokalt producerad mat.

– Människorna påverkas på ett annat sätt än de som överlevde atombombssprängningar eller vistades nära kärnkraftsolyckor, säger Lennart Johansson, ledamot i Kärnavfallsrådet.

Strålsäkerhetsmyndighetens krav är att högst en person på miljonen ska få cancer per år om slutförvaret börjar läcka.

En situation där människor utsätts för radioaktiv strålning från ett slutförvar för använt kärnbränsle, innebär att förvarets barriärer inte fungerar eller har skadats, och att radionuklider har kommit ut i berggrunden. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) planerar att KBS-3-förvaret ska ligga på ett djup av 500 meter ner i Forsmarksberget och för att nukliderna ska komma upp till markytan vid ett läckage krävs att de löses och transporteras upp med grundvattnet som rinner genom sprickor i berget.



– Människor som lever och bor i närliggande områden kan då komma att utsättas för bestrålning genom att få in partiklar av radionuklider i sina kroppar när de dricker vatten eller äter lokalt producerad mat, såsom jordbruksprodukter, vilt och fisk, säger Lennart Johansson, adjungerad professor i radiofysik vid Norrlands universitetssjukhus och ledamot i Kärnavfallsrådet. Han talade vid rådets seminarium om Kunskapslägesrapport 2016 i Näringslivets hus i Stockholm den 15:e mars.

Olika rörlighet i berget

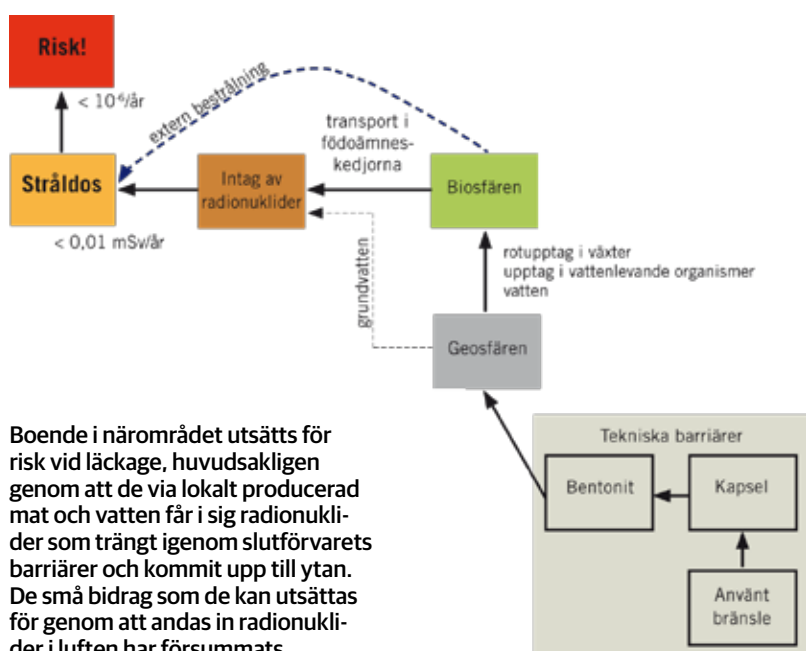
Hur människor utsätts för radionuklider från den omkringliggande miljön, kan enligt Johansson beskrivas med födoämneskedjor. I samband med

– Riskerna att få cancer vid olika stråldoser är välkända och delvis kvantifierade, men det finns stora osäkerheter när det gäller låga stråldoser. Riskerna vid låga doser är dock bättre kända än för många kemiska ämnen som också kan vara cancerframkallande, säger Lennart Johansson, ledamot i Kärnavfallsrådet.

Tjernobylihavariet, talades det mycket om jod-131-partiklar som kom med luften och in i gräs via dess klyvöppningar. Kor åt av gräset. De mjölkades och mjölken dracks upp, vilket gav relativt höga stråldoser till sköldkörteln, framför allt hos barn, som konsumerade mest mjölk. När det gäller ett slutförvar skulle emellertid radionukliderna komma från berggrunden, upp i jorden och in i växterna via deras rötter. Då är det inte aktuellt med jod-131 som efter Tjernobyli, eftersom denna isotop har en halveringstid på endast åtta dagar, då alltså hälften av radioaktiviteten försvunnit. Om läckaget uppstår inom 100 år efter att förvaret förslutits kan det däremot bli frågan om att cesium-137, som har en halveringstid på 30 år blir tillgängligt i näringskedjan. Kärnavfallsrådet redogör i kunskapslägesrapporten för att ett läckage som uppstår efter 10 000 år ger stråldoser från i huvudsak långlivade klyvningsprodukter, t.ex. jod-129. Inträffar otätheten i förvaret först efter 100 000 år kommer istället stråldoserna från radium-226 att vara stora, trots att ämnet inte existerade när avfallet deponerades. Det bildas när uran-238, som är den huvudsakliga beståndsdelen i det använda kärnbränslet, sönderfaller. På detta vis ökar radium-226 medan uran-238 minskar under en mycket lång tidsperiod.

De radioaktiva ämnena som sprids från förvaret och kommer in i näringskedjan, samlas i olika delar av en djurkropp, liksom i människan. Olika organ i kroppen kommer alltså att bli bestrålade olika mycket.

Kärnavfallsrådet skriver att radionuklider som hamnar några centimeter ner i övre jordskiktet nästan inte har någon betydelse för människan, eftersom gammastrålningens intensitet gradvis försvagas när den passerar genom jorden. Grus och jord fungerar då som avskärmning, precis som en blyplåt



Boende i närområdet utsätts för risk vid läckage, huvudsakligen genom att de via lokalt producerad mat och vatten får i sig radionuklider som trängt igenom slutförvarets barriärer och kommit upp till ytan. De små bidrag som de kan utsättas för genom att andas in radionuklider i luften har försumrats.

Gränsvärden för joniserande strålning

International Commission on Radiological Protection (ICRP) har sammanställt forskning om stråldoser och funnit att en dos som motsvarar 1 Sievert, kommer att ge cancer till 5,5 procent av personerna som bestrålas.

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har utifrån ICRP:s riskanalys satt upp ett mål, om att maximalt en individ per år av en miljon människor ska få cancer till följd av ett läckage från ett slutförvar för använt kärnbränsle. Det innebär att personer som lever i nära anslutning till ett slutförvar inte ska utsättas för mer än 0,014 mSv per år. Detta riktvärde är det riskkrav som SKB har att följa, när de utformar KBS-3-förvaret som företaget planerar i Östhammars kommun.

När SSM nu granskar Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökan om att få bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle, undersöker myndigheten om SKB:s förslag kan ge ett så pass säkert förvar att denna gräns kan hållas.

SSM har också satt upp en generell dosgräns för allmänheten. Maxvärdet på 1 mSv per år är den sammanlagda dos från alla

strålkällor som en person årligen högst får utsättas för. Värdet är satt lägre än det som genomsnittssvensken idag utsätts för, bl.a. från den naturliga bakgrundsstrålningen.

– SSM:s dosgräns är ett planeringsvärde och inte något som kan kontrolleras. Ingen vet precis hur farligt det är med låga kroniska doser, säger Lennart Johansson, ledamot i Kärnavfallsrådet.

En person som flyger mycket kommer i högre utsträckning att utsättas för kosmisk strålning än en person som åker tåg. Personer som bor i hus byggda av stenmaterial som innehåller radon, utsätts för flera gånger högre stråldoser än SSM:s riktvärde. Andra strålkällor är tobaksrökning och röntgenundersökningar. En ytterligare källa till strålning är den naturliga bakgrundsstrålningen från berggrunden som varierar beroende på var i världen man bor.

– I kinesiska Yangjiang bor 125 000 invånare som utsätts för så mycket som 6,4 mSv per år. Och en flytt från exempelvis Gislaved till Strömstad skulle kunna öka den årliga dosen med 1,3 mSv, vilket alltså är nära 100 gånger mer än SSM:s riktvärde för individer som bor i anslutning till ett slutförvar, säger Johansson.



skyddar mot gammastrålning i ett laboratorium. Partiklar som ger alfastrålar har ingen betydelse och betastrålar en viss betydelse, men de stoppas lätt.

Enligt rådet finns också en teoretisk möjlighet att en liten del av radionukliderna kommer ut i gasform, främst som kol-14 i koldioxid och radon, som människor kan andas in, men att även dessa mängder är försumbara ur ett hälsoperspektiv.

Merparten av de radioaktiva ämnen som finns i slutförvaret kommer inte lika lätt upp till markytan, eftersom de har svårt att lösas i vatten. Ett ämne som plutonium kommer till stor del att bindas till partiklar och blir därför i stor utsträckning kvar i berggrunden, påpekar Lennart Johansson. Men, säger han:

– Man kan inte säga att sådana ämnen aldrig kommer att nå markytan. Om de ändå löses och transporteras upp via vattnet, finns dock omständigheter som gör att de ändå inte drabbar människan hårt. De tas exempelvis inte lika lätt upp av växternas rötter som andra mer lätttrörliga radionuklider och dessutom tar inte djurens mag-tarmkanaler upp dem i nämnvärd utsträckning. De koncentreras i skelettet och blir på så sätt mindre tillgängligt för människan, eftersom vi inte äter benrester.

Leif Göransson, Sveriges energiföreningars riksförbund, till höger, samtalar med Nils-Axel Möner i pausen.

SKB:s scenarier över stråldoser

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har gjort beräkningar på hur stor risken är för att lokalbefolkningen skulle drabbas av cancer vid olika stråldoser från ett läckage i slutförvaret för använt kärnbränsle. Bolaget räknar med en befolkning på 1000 individer som livnar sig i närheten av slutförvaret och som i snitt lever 100 år. Kärnavfallsrådet hänvisar till dessa modeller och beskriver att om ett läckage ger 100 gånger högre stråldos än SSM:s riktvärde, är stråldosen som människor kommer att drabbas av ungefär densamma som den genomsnittliga naturliga bakgrundsstrålningen i Sverige. Detta innebär en risk att 10 personer räknat på en befolkning av 1000 individer får dödlig cancer.

SKB inkluderar ett värsta scenario där ett läckage ger 1000 gånger högre stråldoser än den naturliga bakgrundsstrålningen. Detta för att undersöka vilken roll berggrunden har som barriär. Enligt SKB skulle detta kunna gälla om alla kapslar som omsluter det använda kärnbränslet från början är skadade samtidigt som bento-nitbufferten saknas. Risken att dö i cancer i ett sådant scenario skulle vara 10 procent.



Diskussion på Kärnavfallsrådets seminarium den 15:e mars 2016 i Näringslivets hus i Stockholm.

De stora mängderna uran-238 i förvaret hör också till dessa svårörliga ämnen. Men dess sönderfallsprodukt radium-226, är mer lösligt i vatten och kommer alltså lättare upp till markytan.

Men vad händer om djurresterna (och för den del också människor som dött) därefter kremeras och radioaktiva ämnen kommer ut i luften via rök-gaserna?

– De sprids ut över ett så stort område med vindarna, att intaget per person blir obetydligt, säger Johansson.

Bristande kunskap om låga stråldoser

Det är stor skillnad på om den joniserande strålningen når oss direkt mot huden, om vi andas in partiklar eller får sådana i oss via vatten och föda. Effekterna på kroppen beror också på om vi exponeras av en hög dos under en kort tid, som vid en atombombsprängning, eller om det rör sig om låga doser under långa tidsperioder. Vilken form av strålning det rör sig om har också stor betydelse.

Johansson beskriver att den kunskap vi har om hur människokroppen reagerar på strålning fram-



Sara Björklund från SKB i samtal med Carl Reinhold Bråkenhielm, ordförande i Kärnavfallsrådet och Tuija Hilding Rydevik, vice ordförande i rådet.

för allt är baserad på studier av de ca 100 000 överlevande från atombombsangreppen av Hiroshima och Nagasaki 1945. Andra mindre studier har också gjorts på lokalbefolkningen i närheten av kärnva-pentester och framställning av bomber, kärnkrafts-olyckan i Tjernobyl m.m.

– I bombangreppen mot de japanska städerna fick invånarna höga exponeringar av framför allt gammastrålning, som varade mindre än en sekund och som drabbade dem utifrån, externt, säger han och pekar på att då vi studerar läckage av radionuklider till miljön, är vi istället intresserade av risker med låga stråldoser som människor exponeras för under långa tider. Här är forskningsresultaten betydligt mer begränsade.

– Tyvärr finns få tillförlitliga forskningsresultat om låga stråldoser, eftersom studier behöver göras på mycket stora befolkningsgrupper. Det är också svårt att särskilja effekterna av låga stråldoser från följderna av exponering för andra cancerframkallande ämnen, säger Johansson.

Jämfört med människor som blev utsatta för strålning i Hiroshima och Nagasaki, skulle invånare bosatta vid ett läckande slutförvar inte på samma akuta sätt bli exponerade utifrån, externt, utan framför allt få en intern, en inre bestrålning via att de får i sig mat som innehåller radionuklider som, förutom gamma- och betastrålning, även avger små mängder alfastrålning. Men alfastrålning är upp till 20 gånger kraftfullare än beta- och gammastrålning som drabbade invånarna i de japanska städerna under andra världskrigets slut. De har emellertid en mycket kort räckvidd och stoppas av ett papper eller av det okänsliga yttre hudlagret. Den kommer alltså inte igenom huden om vi bestrålas utifrån. Om radionukliderna däremot kommer in i kroppen och stannar där, ger de en kronisk strålning, och kan leda till stora skador.

TEXT ANNIKA OLOFSDOTTER FOTO ANDERS LOWDIN/
VETENSKAPSJOURNALISTERNA
LAYOUT PETER BÄCKSTAM/LAYOUTMAKARNA

Läs mer: SOU 2016:16, Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016, Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar
Nyhetsblad från Kärnavfallsrådet nr 2015:2 om bl.a. forskning om stråldoser och svårigheter att mäta effekter av låg strålning.

Nytt med forskning om strålnings effekter på växter och djur

Joniserande strålning påverkar celler i djur och växter på samma sätt som för människor, i första hand genom förändringar i DNA men också i andra cellfunktioner. Trots detta är forskning om hur miljön drabbas av låga men kontinuerliga doser av strålning relativt ung, skriver Kärnavfallsrådet i Kunskapslägesrapport 2016. Tidigare utgick International Commission on Radiological Protection (ICRP) från den förenklade världsbilden att människan är mer strålkänslig än andra organismer. Man utgick från att om människan är skyddad är även växter och djur tryg-gade. Denna bild har ifrågasatts på senare tid.

– När det gäller miljöer, vill vi skydda biotoper så att den biologiska mångfalden kan bevaras. Man utgår från att djur och växter ska behålla förmågan att fortplanta sig och överleva som art, säger Lennart Johansson, ledamot i Kärnavfallsrådet.

ICRP har föreslagit ett antal referensorganismer ur olika ekologiska nischer som representerar flora och fauna. Strålkänsligheten hos exempelvis hjort, anka, groda, forell, bi, daggmugg, gräs och brunalg ska undersökas.

Kärnavfallsrådet skriver att det finns studier som visar att exempelvis bestående förändringar i DNA har registrerats i barrträd och däggdjur i låga doshastigheter ner till 50 mGy per år i närområdet till Tjernobyl. (Enheten sievert är endast definierad för människa och därför används här den "fysikaliska" enheten gray, Gy. Förenklat kan man säga att 1 Gy = 1 Sv.)

Rådet konstaterar också att Internationella atomenergiorganet (IAEA) kommit fram till att doser under 500 mGy per år kan betraktas som säkra för djur och att doser på 3650 mGy årligen är säkra för landlevande växter.

– Tyvärr är det ont om relevanta data på hur kronisk exponering av doser och doshastigheter på mellan 0,1 till 1 mGy per dag påverkar organismer. Bara för hjort och råttor har man kunnat observera effekter.

Därför har ICRP tittat på vilka nivåer som ger akuta strålskador på växter och djur och därefter satt ett riktvärde som är 1000 gånger lägre än dessa nivåer. Riktvärdet är alltså mellan 40 och 400 gånger högre än dosgränsen för människor.

– Anledningen till att dosgränsen blir mycket högre för dessa organismer är att det inte är risken för cancer som sätter gränsen, utan andra effekter som uppträder först vid högre stråldoser, säger Johansson och fäster uppmärksamheten på att regelverket för strålskyddet av miljön än så länge är ganska outvecklat. Doserna till djur och växter blir inte desamma som till människorna i samma område.