

Notat om radioaktivt Affald

Dette notat er skrevet

1. for kort at redegøre for de grundlæggende fysiske forhold, jeg synes er vigtige i forbindelse med radioaktivt affald
2. for at give en kort, kritisk redegørelse for nedgravnings - "løsningen" og pege på, at der er et alternativ under udvikling

Myndighederne er forpligtet til at give befolkningen alsidig og forståelig information. Den forpligtelse synes jeg de har svigtet i denne sag.

Radioaktivt affald i DK

Efter Folketinget i 1985 vedtog, at Danmark ikke skulle have atomkraft, har der været stille om dette emne, og kun store ulykker som Tjernobyl og Fukushima har haft offentlig opmærksomhed.

Men der er et hængeparti. Atomforsøgsstationen Risø har i sin levetid produceret en betydelig mængde radioaktivt affald, hvortil kommer affald fra medicinske og industrielle anvendelser af radioaktive stoffer.

Spørgsmålet om, hvad vi som samfund skal stille op med dette affald, er alvorligt på grund af den radioaktive strålings farlighed, og svært, fordi strålingen vil fortsætte i tidsrum, der langt overstiger, hvad mennesker er i stand til at forestille sig.

Radioaktive Isotoper

Strålingen fra affaldet skyldes radioaktive isotoper, dvs. ustabile atomer, der udsender stråling, når de henfalder (dvs. omdannes til andre atomer). En isotop (hvad enten den er radioaktiv eller stabil) betegnes ved grundstofnavnet (eller grundstofsymbolet) og et tal, f. eks. Uran-238 (U-238).

De fleste grundstoffer består af flere isotoper, for eksempel indeholder kulstof isotoperne: C-12, C-13 og C-14, hvoraf de to første er stabile, mens den sidste er radioaktiv (det er den, der bruges ved datering af arkæologiske emner).

De vigtigste radioaktive isotoper i affaldet er:

Cæsium-137 (Cs-137) og **Strontium-90** (Sr-90), som dannes ved spaltning af uran i atomreaktorer, altså ved selve den energiproducerende proces. Stabile isotoper af disse grundstoffer (for eksempel Cs-133 og Sr-88) findes i naturen, og de er helt uskadelige.

Plutonium-239 (Pu-239). I atomreaktorer sker der mange andre processer end spaltning af uran. Blandt andet dannes grundstoffer, der er tungere end uran (trans-uraner), og et af disse er plutonium, bl. a. isotopen Pu-239. Plutonium-isotoper er farlige både på grund af deres stråling og deres kemiske giftighed.

Technetium-99 (Tc-99), som produceres på anden vis og bruges til medicinske formål.

Halveringstid

Har man et stort antal ens radioaktive atomer, henfalder en bestemt brøkdel af dem hvert sekund. Det medfører, at der efter en vis tid (halveringstiden) kun er halvdelen af atomerne (og halvdelen af radioaktiviteten) tilbage, efter to gange halveringstiden en fjerdedel, og så videre. Efter 10 halveringstider er antallet af radioaktive atomer og radioaktiviteten faldet til lige under en tusindedel af det oprindelige.

Radioaktive isotoper har meget forskellige halveringstider, fra milliontedele af sekunder til mange milliarder år.

I affaldssammenhæng kan man se bort fra isotoper med halveringstider, der er kortere end et par uger, fordi de når at henfalde, inden affaldet bliver oplagret. Det gælder for eksempel jod-isotopen I-131, hvis halveringstid er 8 døgn. Den er farlig umiddelbart efter et reaktorudslip, men efter få måneder er næsten al I-131 henfaldet.

For de førnævnte isotoper er halveringstiderne

Cæsium-137 (Cs-137)	30 år
Strontium-90 (Sr-90)	29 år
Plutonium-239 (Pu-239)	24 000 år
Technetium-99 (Tc-99)	210 000 år

Inddeling af affaldet

Dansk Dekommissionering (DD) inddeler det danske affald i lav- og mellem-aktivt affald, altså alle efter mængden af radioaktivt stof, mens forskellen på kort- og langlivet mellem-aktivt affald fører en mere tilbagetrukken tilværelse. I Sverige inddelles affaldet i

1. lav-aktivt
2. kortlivet mellem-aktivt
3. langlivet mellem-aktivt
4. høj-aktivt affald

altså både efter mængden af radioaktivt stof og varigheden af radioaktiviteten.

Det danske affald indeholder affald af typerne 1, 2 og 3 i den svenske klassifikation, men i nogle officielle danske tilkendegivelser har man glemt, at en del af affaldet er af type 3. I forbindelse med de 233 kg "særligt affald", som før 2001 var klassificeret som højradoaktivt (type 4), bør man opfordre DD til at præsentere måleresultater, som viser, at det nu "bare" er af type 3.

Behandling af affaldet

Grundlæggende er der to muligheder:

- a) at holde affaldet **isoleret** fra alt levende og vente, indtil radioaktiviteten er faldet til et niveau, som kan accepteres
- b) at **omdanne** de langlivede radioaktive isotoper til isotoper med kortere halveringstid.

Isolering. Vælger man muligheden a) og anser en tusindedel af det oprindelige strålningsniveau som uskadeligt, skal man altså vente 10 halveringstider. Denne grænse kan diskuteres, men den er nem at bruge, og ved at vælge den kan man i hvert fald ikke beskyldes for at overdrive.

For Cs-137 og Sr-90 betyder det, at affaldet skal isoleres i ca. 300 år. Det kræver, at indeslutningen (stålbeholdere, betonkonstruktioner) skal være tætte i dette tidsrum, og da man ikke kunne lave den slags ting for 300 år siden (det var på Holbergs tid), har man ingen direkte erfaringer at støtte sig til. Det må derfor være nødvendigt løbende at tilse og vedligeholde affaldslageret for at undgå udsivning af radioaktivt materiale.

For plutonium-239 og andre langlivede isotoper skal opbevaringen være sikker i en kvart million år eller mere. Det er forbundet med nogen vanskelighed at forestille sig, hvordan indeslutningen skal kunne tilses og vedligeholdes i så lange tidsrum.

En anden mulighed er at deponere affaldet i undergrunden og håbe på, at de geologiske lag er så tætte og så stabile, at der ikke sker udsivning, før radioaktiviteten er aftaget til et niveau, hvor den ikke udgør nogen risiko.

I A-kraftdebatten i 1970'erne advarede geologen Arne Dinesen ¹⁾ mod denne løsning. Det er ifølge Dinesen urealistisk at tro, at geologiske lag kan være stabile i de tidsrum, der her er tale om. Johan Swahn (direktør i Miljöorganisationernas Kärnavfallsgranskning) og Niels-Henrik Hooge er på linje med dette, når de advarer mod, at kort- og langlivet affald anbringes i samme depot ²⁾.

Alligevel kan man frygte, at man her i landet vil lægge alt affaldet i ét depot, fordi det er billigst på (meget) kort sigt. Frygten styrkes af, at man får tågede og undvigende svar, når man spørger de ansvarlige, hvilke typer af affald, der skal deponeres. Der henvises til modelberegninger, hvor risikoen for udslip påstås at være beregnet 10 000 år frem i tiden, og for at det ikke skal være løgn, lover man, at disse beregninger vil blive udstrakt til at gælde i helt op til 1 million år. Det er næppe nødvendigt at nævne, at udslippet ifølge disse beregninger vil være ubetydeligt.

Kerneomdannelse. Muligheden b) består i at bestråle affaldet i en reaktor eller at omdanne det med andre kernefysiske metoder. Herved kan de langlivede isotoper omdannes til mere kortlivede, så man slipper for at fantasere om isolering i hundredetusinder af år.

Teknologien er ikke færdigudviklet, men de fysiske principper bag den er velkendte og ikke særlig indviklede (noget er gymnasiepensum). Da de A-kraftproducerende lande har (og får) langt større affaldsproblemer end os, er der ingen tvivl om, at der vil blive gjort meget for at gøre denne teknologi praktisk anvendelig i de næste årtier ³⁾.

Jens Bjørneboe

pensioneret lektor, mag. scient.

Henvisninger:

1. Arne Dinesen: "Radioaktivt affald ikke let at gemme", Politiken, 1 – 5 – 1976.
2. Johan Swahn og Niels-Henrik Hooge: "Atomaffald på forkerte præmisser", læserbrev i Morgenavisen Jyllandsposten, 15 – 4 – 2011.
3. Se for eksempel: J. - L. Basdevant: "Matriser le Nucléaire", Eyrolles 2012, kapitel 10.
4. Link til Anne Albinus' hjemmeside om slutdepot
<https://sites.google.com/site/atomaffaldklarhed/> (Her er links til ovennævnte artikler mm.)