

Den radioaktive sky fra Tjernobyl - dosis og virkning

Heinz Hansen

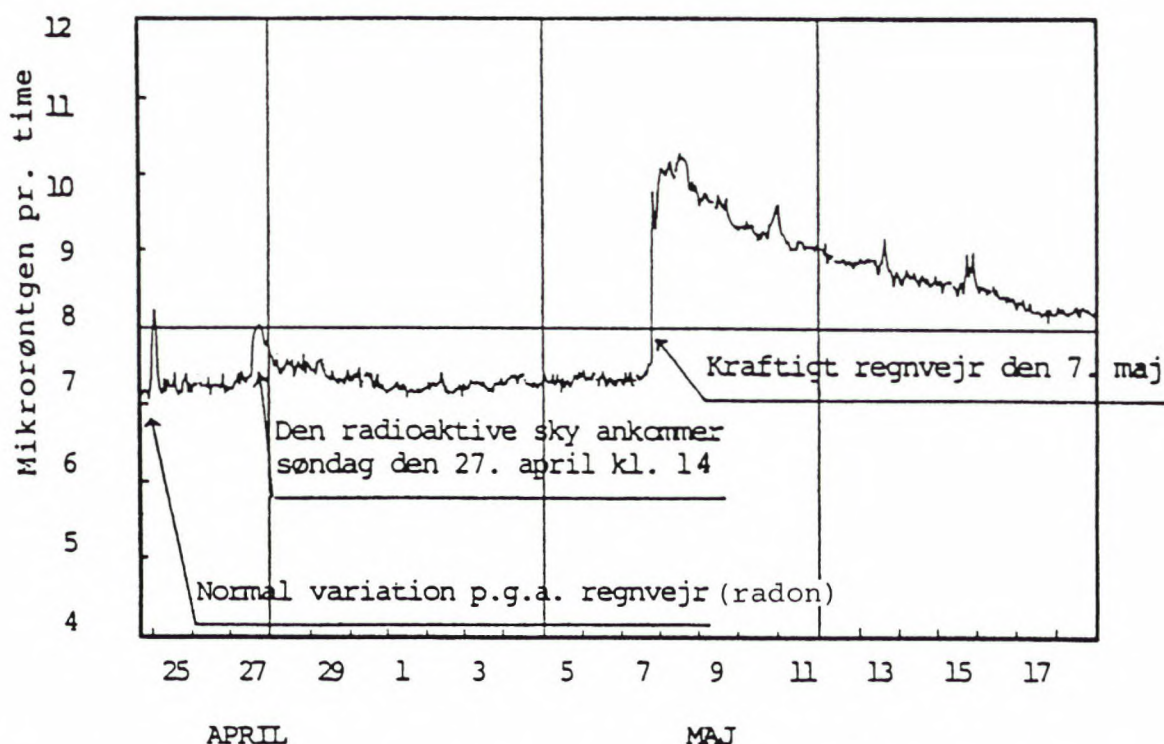
På vej mod Skandinavien

Der var solskin og blå himmel, og i det hele taget stabile vejrforhold over hele Østeuropa, også over Danmark og Sydsverige, hin weekend sidst i april 1986. Den radioaktive sky fra selve den oprindelige knaldgasekspllosion, der var blevet blæst op i een kilometers højde, fik mulighed for at drive afsted med vinden mod nordvest som en relativt samlet enhed. Nok dryssede de tunge partikler efterhånden ned på jorden, men der var ingen regnbyger, der vaskede noget ud, før skyen nåede midtsverige søndag aften. Danmark blev ramt søndag middag. Da havde skyen været inde over Polen og så drejet nordpå over Østersøen. Det var kun Sjælland, der fik en snært, og endda kun den nordlige del. På Risø ved Roskilde kunne man således måle skyen direkte; men et luftfilter, der havde kørt hele weekenden i Næstved, viste ingenting.

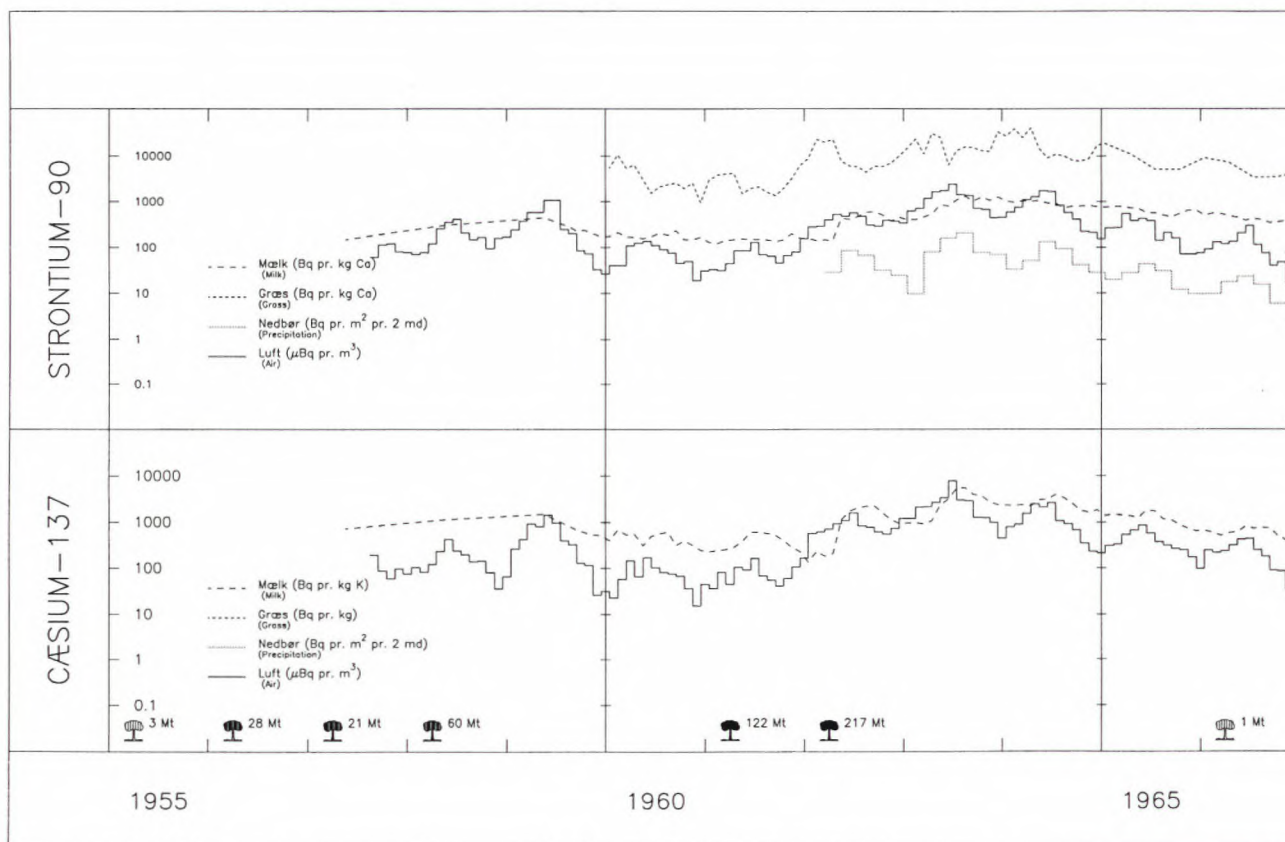
Risø slog alarm mandag den 28. april om formiddagen. Der var ellers en automatisk måleopstilling med computer-hukommelse, der havde registreret den svage stigning i baggrundsstrålingen fra 0,07 til 0,08 mikrosivert i timen, som skypassagen havde medført søndag eftermiddag, men dette blev først opdaget et par dage

senere. Mandag ved 10-tiden om formiddagen viste den ugentlige græsprøve en smule jod-131, og det samme gjorde den ugentlige måling af et luftfilter. I første omgang troede man, det stammede fra Risø's eget Hot-cell anlæg, som er det sted, hvor der arbejdes med stærkt radioaktive stoffer; men efter en opringning fra Sverige mandag middag kom Risø på det rigtige spor.

Sverige havde fået ikke så lidt af skyens radioaktivitet ned over sig med nogle regnbyger natten mellem søndag og mandag. Da morgenholdet skulle ind på atomkraftværket ved Forsmark nord for Stockholm, viste kontrolmålinger, at tøjet var forurenet med jod-131. Det skabte en del forvirring hos kontrolpersonalet, der endte med at fejlfortolke situationen og antog, at aktiviteten kunne stamme fra deres eget anlæg, hvorfor de sendte de fleste af de ansatte hjem igen "for en sikkerheds skyld" mandag ved middagstid - en, skulle det vise sig, fuldkommen tåbelig foranstaltning, for det var jo netop udenfor, problemet lå. Folk stod i timevis ude i den radioaktive regn og ventede på de ekstra busser, der skulle køre dem hjem! Alt i alt betød det ikke noget videre, for doserne var kun forsvindende, men det viste i hvert fald, at man ikke bare skal gøre noget "for en sikkerheds skyld".



Figur 1: Et stort ionkammer på Risø var under kalibrering og registrerede luftens aktivitet i dagene omkring reaktorekspllosionen i Tjernobyl. Kammeret var ikke indrettet til at slå alarm og ville heller ikke have gjort det ved skyens ankomst den 27. april. Da steg strålingsniveauet ikke mere end det naturligt ville, hvis det havde regnet en smule. 10 dage efter, da et regnvejr begynder at vaske aktivitet ud af skyen ser vi den kraftige forøgelse. Grafen er kalibreret så den viser den eksterne dosishastighed en person på stedet udsættes for. Den gammeldags enhed mikrorøntgen svarer til 10 nanogray.



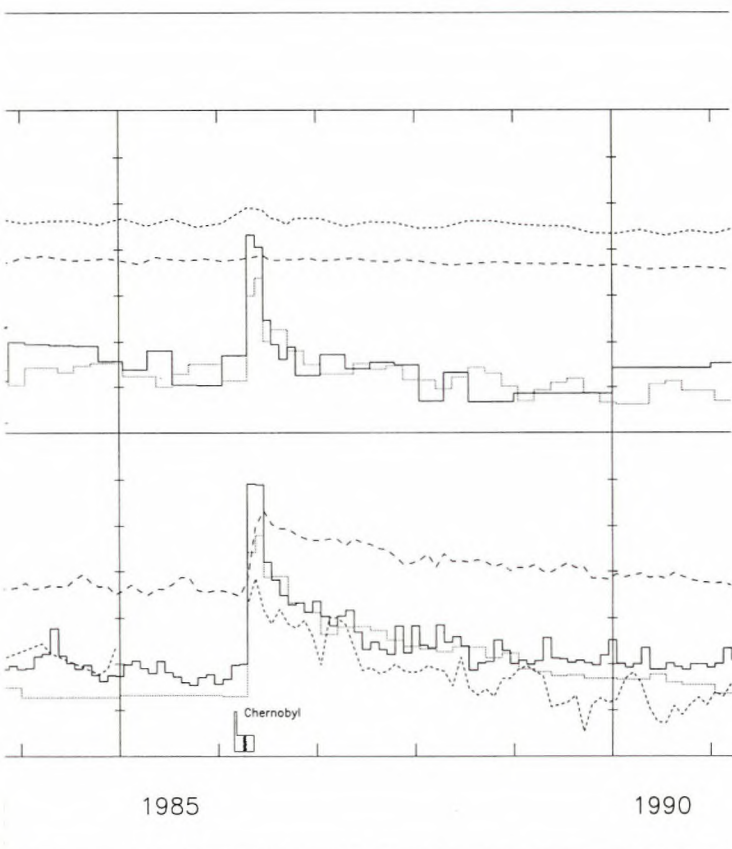
Figur 2. Målinger fra RISØ af strontium-90 og cæsium-137 aktiviteten i mælk, græs, nedbør og luft. Disse to isotoper stammer udelukkende fra menneskelige aktiviteter, så den naturlige baggrund er nul. Strontium følger kemisk set calcium og cæsium følger kalium. Derfor er indholdet i mælk og græs angivet som becquerel per kilogram af disse to grundstoffer. Grafen viser tre vigtige træk: For det første virkede stoppet for atmosfæriske kernevåbensprængninger. Fra midten af 60-erne til midten af 80-erne faldt aktiviteten mere end 100 gange. For det andet ses det at Tjernobyl katastrofen gav anledning til samme aktivitet i luft og vand, som prøvesprængningerne, men kun i en periode på få måneder. For det tredje er der en vigtig forskel mellem 1965 og 1986. I 1965 dukker den strontium-90, der er i vand og luft, op i mælk og græs. Det gør den ikke i 1986! Ved et kernevåbenforsøg spredes al aktivitet fint ud i atmosfæren og falder ud på en biotilgængelig form. Ved den kemiske eksplosion i Tjernobylreaktoren kom strontiummen ud i hårde og uopløselige kemiske forbindelser der ikke kan optages af planterne. Denne strontium var altså ikke biotilgængelig. Det samme ses desværre ikke for den flygtige cæsium.

Imens rygtedes det blandt fagfolk, at der var sket et eller andet, og i begyndelsen af eftermiddagen havde også Danmarks Radio fået fat i historien om alarmen fra Forsmark. Risø havde samtidig intensiveret sine undersøgelser, der efterhånden afslørede ikke blot jod-131 men også cæsium-137 og tilmed cæsium-134, der er en tilsvarende kunstig, men mere kortlivet isotop (halveringstid 2 år, mod 30 år for cæsium-137). Da man ved 17-tiden om eftermiddagen kom med en udtalelse til Ritzaus Bureau, kunne Risø ud fra sine målinger af forholdet mellem cæsium-137 og cæsium-134 sige, at der måtte være sket et reaktoruheld, efter al sandsynlighed i Sovjetunionen. Det sidste havde man gættet sig til, dels på grund af vindretningen, dels fordi ethvert andet europæisk land nok selv ville have fortalt om en ulykke inden for sig eget område. Og det fremgik også af forholdet mellem cæsium isotoperne, at der ikke var tale om et nyt atmosfærisk kernevåbenforsøg.

Oplysningen om det formodede sovjetiske reaktoruheld var baseret på nogle få græsprøver og en enkelt luftprøve, der hver havde ganske lidt radioaktivitet i sig. Så nøjagtigt kan man faktisk måle i vore dage - hvilket jo på den ene side er imponerende, men på den anden side også nemt kan blive årsag til en overdreven fornemmelse af, hvor farlig situationen er.

Cæsium-jodid fordamper

Fordi Sverige og Danmark var de første lande til at slå international alarm, blev de over alt i Vesten anset for at være særlig hårdt ramt. Det var der for så vidt også noget om for Sveriges vedkommende; men slet ikke for vores vedkommende i Danmark. Vi var i virkeligheden et af de europæiske lande, der slap billigst. Pudsigt nok blev nedfaldet i Norge næsten ikke omtalt i verdenspressen, selvom Norge fik lige så meget som Sverige.



En kernevåbeneksplosion slynger alle fissionsprodukter, det uforbrugte brændsel, og hvad der er tilbage af bombens uranskjold ud i biosfæren, dér, hvor mennesket befinder sig - men det var der slet ikke energi til i Tjernobyl situationen. Der kom en vis spredning af de fleste fissionsprodukter med den første sky, men den var procentvis ringe. Til gengæld var der grafitbranden, som beskrevet i det forrige afsnit. Den stod på i hele to uger og var årsag til den største del af det samlede radioaktive udslip. Her havde man i al den tid noget grafit - der som bekendt er kulstof - som lå og ulmede ved 600-700°C i en total blottet reaktorkerne, hvorved radioaktivt cæsium-jodid fik lejlighed til at fordampe ud til atmosfæren. Cæsium-saltene er nemlig relativt flygtige, og cæsium-jodid fordamper allerede ved 500°C.

Skyen af radioaktiv cæsium-jodid og til dels frit radioaktiv jod lagde sig efterhånden som en dyne over hele Europa. Fordi udslippet strakte sig over så lang tid, nåede vinden at blæse fra alle mulige kanter, medens det stod på, og i det lodrette plan nåede dag- og natskifterne også at røre rigtig godt rundt i det hele.

Det blev regnvejr eller ikke regnvejr, der afgjorde, om der kom noget ned. Onsdag aften den 7. maj oplevede Risø eksempelvis større nedfald end det, der i sin tid havde vakt opsigt den 28. april. Baggrundsniveauet steg fra 0,07 mikro-sievert til 0,10 mikro-sievert i timen, og holdt sig oppe i længere tid end før. Det var fordi, det langt om længe var blevet bygevejr over københavnsområdet.

Tilsvarende fik Sønderjylland og Fyn alt i alt mere radioaktivitet end det øvrige land, fordi der her kom mere regn.

Der var noget skæbnsvangert over den nederste kilometer af Europas luft i de dage. Man kunne i almindelighed ikke måle noget på jorden, hvor menneskene var, og selvfølgelig slet ikke mærke noget - men enhver regnbyge fik vasket lidt af aktiviteten ned, som en slags hilsen og påmindelse fra det hinsides, Var det ikke skriften på væggen, så var det i hvert fald skriften i luften.

Optagelse i fødekæden og myndighedernes reaktion

Nogle husker måske, at vi selv i Danmark fik forbud imod at sende køerne på græs i en uge i begyndelsen af maj måned. Det var et rent politisk tiltag. Landbrugsrådet ville have Danmark til at vise vore kunder i udlandet, at vi også var parate til at indføre restriktioner, i lighed med hvad lande som Sverige, Vesttyskland og Østrig havde gjort. Man fortrød dog, efterhånden som det gik op for de danske landmænd, hvad der var på færde, og de gjorde vrøvl på dyrenes vegne. De landmænd, der allerede havde lukket deres køer ud på græs, var i hvert fald ikke stolte af, at skulle hente dem ind igen. Og om den falske alarm gavtede eksporten siden hen, kan man sikkert diskutere.

Baggrunden var, at komælk er det første led i menneskets fødekæde, der mærker forureningen med radioaktivitet. På grund af den korte halveringstid af jod-131, er mælken samtidig den eneste betydningsfulde kilde for denne isotop. Jod-131 spillede slet ingen rolle hos os under kernevåbenforsøgene, hvor det globale nedfald var flere år om at nå frem.

Kødet er det næste væsentlige led i fødekæden; det berører i praksis dog kun oksekødet. For grisene spiser ikke det radioaktive græs. I kødet gælder det begge cæsium-isotoperne, 134 og 137. Niveauerne herhjemme kom aldrig op på over 50 Bq cæsium-137 pr. kg, så den grænse på 300 Bq pr. kg, som EF fik vedtaget kort efter uheldet, betød ingenting hos os - men alligevel må vi desværre igen konstatere, at det mere var politiske end saglige grunde, der lå bag også denne restriktion. Man skulle spise over halvdelen kg kød om dagen i et helt år, for at en grænseværdi på 300 Bq pr. kg skulle bringe et menneske op i nærheden af den ene milli-sievert, man i gennemsnit igennem hele livet må få pr. år, ifølge internationale vedtægter.

Optagelse i mennesket

Radioøkologigruppen på Risø har i mange år fulgt det radioaktive nedfald, fra i sin tid stormagternes atmosfæriske kernevåbenforsøg i begyndelsen af tresserne, på sin vej gennem fødekæden til mennesket. Man har især interesseret sig for de biologisk set vigtigste fissionsprodukter, strontium-90 og cæsium-137. Da den radioaktive sky fra Tjernobyl ramte Danmark gjaldt det om at relatere de akutte målinger til, hvad der var blevet målt tidligere, for at kunne sige noget om, hvilke doser man kunne forvente fremover.

Kort fortalt følges strontium med calcium i naturen. -

strålingen fra strontium-90 giver derfor specielt anledning til knoglekræft og blodkræft (leukæmi) i det sidste tilfælde fordi den også bestråler den bloddannende knoglemarv. Cæsium følger tilsvarende med kalium, som vi har overalt i vore celler, og påvirkningen fra radioaktiv cæsium virker således som en generel -bestråling af hele kroppen, både når vi har det i os, og når det ligger på jorden.

Som omtalt ovenover var det cæsiumisotoperne 134 og 137, der frem for alt slap ud, og kun meget lidt strontium-90. Dette var i hvert fald en væsentlig forskel mellem doserne fra Tjernobyl- nedfaldet og atombomben- nedfaldet. Det betød, at påvirkningen fra Tjernobyl af vores fødekæde blev af langt kortere varighed, for det er mest strontium-90, der ved sin optagelse via rodnettet og aflejring i knoglevæv bidrager til doserne på længere sigt.

	Kost	Ekstern	Ialt
Tjernobyl:			
Cs-137	0,04	0,05	0,09
Bombeforsøg:			
Cs-137	0,26	0,54	0,80
Sr-90	0,13	-	0,13
Andre isotoper	0,02	0,47	0,49

Tabel 1: Dosisbyrder til det enkelte menneske i Danmark, fra Tjernobyludslippet og fra kerneåbennefaldet (mSv).

Tabel 1 sammenligner de resulterede dosisbyrder fra Tjernobyl-nedfaldet med de dosisbyrder som de atmosfæriske kerneåbenforsøg gav anledning til i sin tid. Dosisbyrden er den samlede dosis man enten allerede har modtaget, eller som man har bundet sig til at få, ved at optage radioaktive stoffer i organismen, og ved at bosætte sig et bestemt sted. Tabellens dosisbyrder stammer dels fra en forurening af fødekæden, dels fra en direkte deponering af nedfaldet på jordoverfladen. Tjernobyl-doserne danner alt i alt et mere begrænset mønster end bombedoserne. Der mangler ikke blot, som allerede omtalt, hele bidraget fra strontium-90 i fødekæden, men også det ikke ubetydelige bidrag fra deponeringen på jorden af andre bombeisotoper end cæsium-137. Den samlede Tjernobyl-dosisbyrde bliver da også ca. 15 gange mindre end den samlede bombedosis.

Jeg vil gerne understrege denne forskel mellem Tjernobyl og det globale radioaktive nedfald fra stormagternes atmosfæriske prøvesprængninger - specielt at den går i retning af, at Tjernobyl-doserne herhjemme var væsentlig mindre sammensatte og mindre alt i alt, end bidraget fra bombeforsøgene sidst i halvtredserne og i begyndelsen af tresserne. Den gang var der bare ikke så meget blæst om sagen i medierne.

Brandmænd og soldater

Vi har kigget ind af vore egne vinduer, for det gør man nu engang helst; men hvad skete der tilsvarende hos russerne selv, i og omkring Tjernobyl?

Det var det lokale brandvæsen, der måtte slukke ilden i resterne af den højaktive reaktorbygning med det resultat, at 28 brandfolk og reaktorteknikere fik akut strålesyge og døde. En ansat, som arbejdede på toppen af reaktoren blev dræbt øjeblikkeligt af eksplosionen, og en anden blev ramt af brændende dele og døde få timer efter af svære forbrændinger.

Akut strålesyge er, hvad der står - netop en sygdom. Det er ikke, som ved langtidsvirkningen efter mindre doser, tale om at der måske kan komme kræft eller arvelig skade om nogle år. Der er tale om, at der her og nu er opstået en akut beskadigelse, som den bestrålede under alle omstændigheder vil få visse mén af, mere eller mindre alvorlige alt efter dosisstørrelsen. Dette giver en særlig psykologisk baggrund.

Medens langtidsvirkninger efter både mindre og større doser er noget, man på en eller anden måde selv må "leve med" ved enhver håndtering af radioaktivitet, eftersom de ikke helt kan udelukkes selv ved den mindste smule stråling, så vil akut strålesyge i princippet altid være uacceptabel. Det betyder, at man ikke på forhånd må planlægge på en måde, der indkalkulerer individ-doser større end en sievert, svarende til begyndende strålesyge - og altså må regne med at evakuere en befolkning, hvis doserne nærmer sig denne grænse.

Det var således også kun brandmændene, samt enkelte af kraftværkets teknikere, og ikke befolkningen uden for anlægget, det gik akut ud over i Tjernobyl. Den forulykkede reaktor 4 var bygget sammen med en tilsvarende reaktor 3, og myndighederne satte alt ind på, at denne sidste reaktor ikke skulle gå til - om ikke andet, så af hensyn til el-forsyningen. Vi kender ikke de nøjagtige motiver, men en kendsgerning er det i hvert fald, at brandmandskabet blev sat ind i en nådeløs kamp mod ilden samtidig med, at kernen i reaktor 4 nærmest lå blottet. Der var tale om en ren menneskeofring, og hvad enten brandfolkene selv var klar over det eller ej, medens det stod på, så kunne indsatsen i hvert fald betegnes som helttemodig bagefter. Man har set billeder af de stakkels mennesker, hvor huden på ryggen ligefrem viste brandsår fra en forurening med beta-aktivitet. Det tog brandfolkene ca. to timer, at slukke ilden i bygningerne.

Dertil kom så oprydningen. I alt 600.000 arbejdere - mange fra militæret og civilforsvaret - blev mobiliseret til at rydde op omkring selve reaktoren. At der var så mange var netop ud fra tanken om at fordele strålingsbyrden så man undgik akut strålesyge. Det har krævet et stort organisationsarbejde at hente disse mange mennesker fra alle egne af landet. I november 1986 var arbejdet afsluttet, og reaktoren 4 var blevet indkapslet i en sarkofag af beton og stål, således at man igen kunne arbejde på de øvrige tre enheder uden væsentlig risiko fra den ødelagte enhed 4.

Oprydningsarbejdet var tilrettelagt så de individuelle strålingsdoser skulle holdes under 250 mSv, men 10% af arbejderne fik mere, især i de første dage efter ulykken. I gennemsnit fik arbejderne hver 100 mSv.

I løbet af de første uger af uheldsbekæmpelsen havde i

alt 237 personer vist kliniske tegn på stråleudsættelse, og de blev overført til specialbehandling i Kiev og Moskva. De havde fået doser mellem 2 og 16 Sv. Antallet af akutte dødsfald var, som sagt, i alt 30.

Doser til den øvrige befolkning

Allerede lørdag morgen, den 26. april, blev det besluttet at gennemføre en forebyggende evakuering af indbyggerne i byen Pripjat, nogle få kilometer fra den havarerede reaktor. Her boede fortrinsvis de ansatte på kraftværket med deres familier, i alt 44.000 mennesker.

Man startede med at opfordre folk til at holde sig indendøre og lukke vinduerne. Lørdagen igennem blev der uddelt kaliumjodid tabletter, for at mindske den biologiske optagelse af jod-131. Det blev gjort ved at myndighederne gik fra dør til dør. Sent om aftenen, lørdag, var strålingsniveauet steget til 10 mSv i timen og evakueringsplanerne kom for alvor i gang. Ved middagstid søndag den 27. blev folk opfordret til at være klar kl. 1400, med forsyninger til tre dage. I løbet af mindre end tre timer blev byen tømt, bortset fra de, der havde offentlige gøremål. 1200 busser havde man fået fat i og de kørte i kortege under politieskorte til to opsamlingscentre, 50 km borte.

Mandag den 28. gik man så i gang med at evakuere hele zonen ud til 10 km fra den havarerede reaktor; og den 2. maj tilsvarende ud til 30 km. Hele denne evakuering var gennemført den 6. maj. Alt i alt blev 115.000 mennesker evakueret. Det skulle have været midlertidigt, men bortset fra nogle mere eller mindre illegale tilbageflytninger gælder evakueringen af 30 km zonen endnu den dag i dag. I gennemsnit fik de evakuerede en bestråling på 140 mSv, med en øvre grænse på 300-400 mSv.

Den alvorligste kilde til bestrålingen af befolkningen i de første uger efter ulykken var jod-131. Folk fik det i sig ved at drikke mælk fra køer, der havde græsset i de forurenede områder, og ved at spise salat og andre bladrigte grøntsager. I gennemsnit fik de ikke-evakuerede børn i de udsatte områder (ialt 2,5 million indbyggere) 2 Sv til skjoldbruskkirtelen, med maksimum helt op til 30-40 Sv til skjoldbruskkirtelen. Man plejer at regne med, at den ækvivalente helkropsdosis udgør 3% af dosis til skjoldbruskkirtelen. Så de doser som børnene fik, har under alle omstændigheder været betydelige.

Ligesom i det øvrige Europa var det mest regnvejr eller ikke regnvejr, der afgjorde dosis til den øvrige befolkning. Kortene i figur 3 og på forsiden viser den principielle forskel mellem udbredelsen af henholdsvis strontium-90 og cæsium-134, 137. Hvor forureningen fra strontium stort set holder sig til 30 km zonen, da viser cæsium-forureningen et helt anderledes spredt mønster, med en ekstra "varm" plet 150 km mod nordøst og en mindre plet endnu længere væk, nær Moskva. Cæsium mønsteret er præget af den direkte fordampning gennem 14 dage og udvaskning i regnvejr, medens strontium følger den oprindelige eksplosion.

Ser vi bort fra jod-131, så var det de eksterne doser fra

den deponerede radioaktivitet, der gav de største bidrag. I gennemsnit kom 80% af den samlede dosis til den udsatte befolkning fra eksterne kilder, især Cs-134 og Cs-137.

Isotop	Kollektiv totaldosis (manSv)
Cs-137	155.000
Cs-134	43.000
I-131	13.000
Kortlivede isotoper	5.000
I alt:	216.000

Tabel 2: Kollektive dosisbyrder til befolkningen i den tidligere Sovjetunion fordelt på isotoper (manSv).

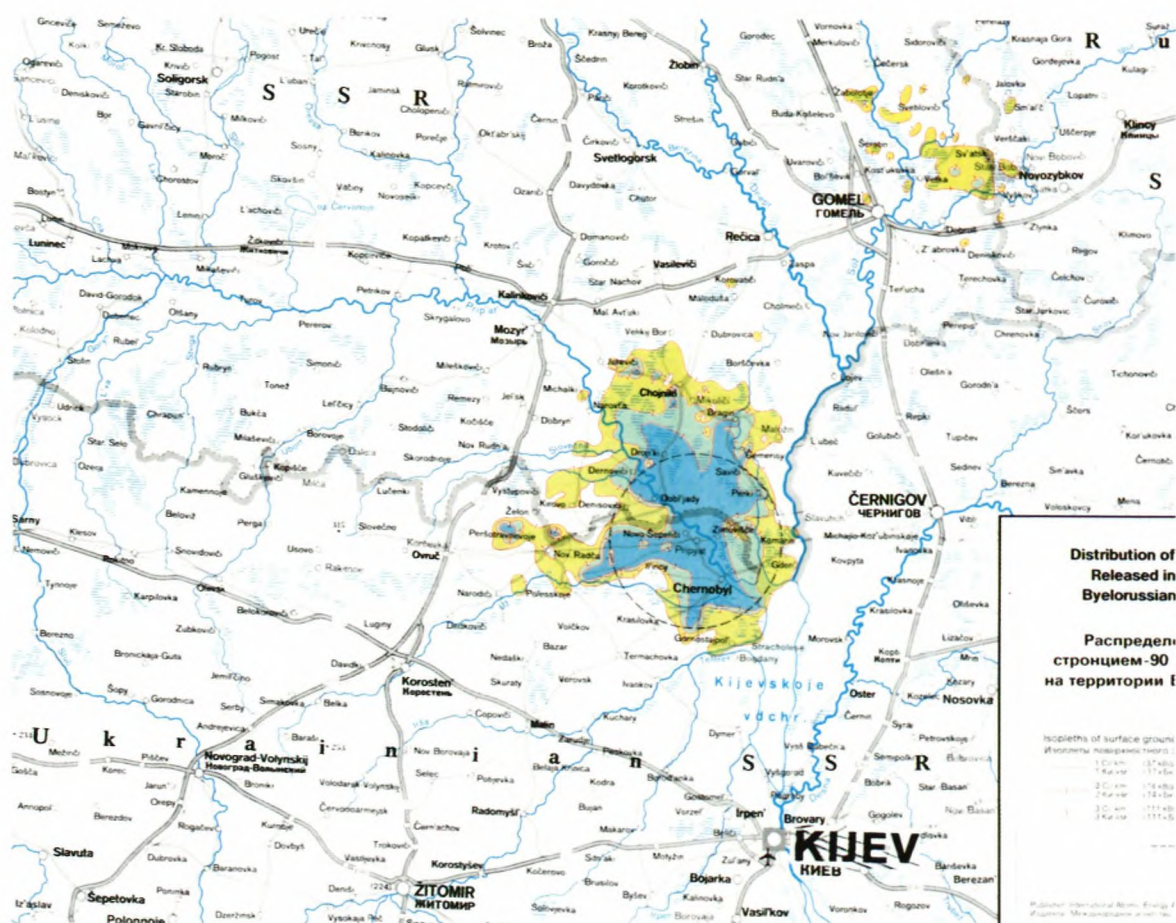
Befolkningens totale strålingsbelastning regnes i mand-sievert (manSv) uanset de bestråledes køn. Det er en produktsum af indviddoser og antallet af individer. Hvis man går ud fra linearitet mellem dosis og virkning er det ligegyldigt om en kollektiv dosis består af 10 personer, der hver får 1 Sv, eller 100 personer, der hver får 0,1 Sv; i begge tilfælde bliver det til 10 manSv. I alt får befolkningen i den tidligere Sovjetunion en effektiv livstidsdosis på 216.000 manSv på grund af ulykken i Tjernobyl. Tabel 2 viser hvordan denne er fordelt mellem de enkelte isotoper. De 700.000 mennesker, der fortsat bor i de mest forurenede områder, får heraf alt i alt 54.000 manSv, eller 25% af den samlede sovjetiske dosis, medens de 115.000, der i sin tid blev evakueret, fik 16.000 manSv.

Til sammenligning kan det anføres, at vi herhjemme har en baggrundsstråling, der giver os hver især 225 mSv gennem hele livet, eller 157.500 manSv på en befolkning på 700.000 mennesker.

Langtidsvirkningen

I samarbejdet mellem WHO og lokale myndigheder i den tidligere Sovjetunion er mere end 50.000 børn, født mellem 1971 og 1987, blevet undersøgt for kræft i skjoldbruskkirtelen. Man har konstateret i alt 560 tilfælde, hvilket er klart mere end det "normale", uden at man dog helt ved, hvad der er normalt i området. Skønsmæssigt skyldes i hvert fald de 400 påvirkning fra jod-131. Tilsvarende kræfttilfælde plejer at være 95% helbredelige hos os efter operative indgreb; men dels har de russiske tilfælde vist sig at være særligt ondartede, dels er hospitalsforholdene ikke så gode i østlandene, så man må regne med en væsentlig større dødelighed.

Udover kræft i skjoldbruskkirtelen har man hidtil ikke kunnet konstatere strålingsbetingede langtidsvirkninger efter Tjernobylulykken. De mange indberetninger om dårligt helbredsforhold må nok alle tilskrives psykologiske og sociale eftervirkninger. Fortsatte epidemiologiske undersøgelser vil sammen med kræft i skjoldbruskkirtelen hos børn og unge undersøge omfanget af leukæmi og hjerneskader hos børn bestrålet "in utero", d.v.s. født inden 9 måneder efter ulykken af mødre, der har opholdt sig inden for 30 km zonen.



Figur 3. Den geografiske fordeling af den radioaktive forurening med strontium-90. Grænserne til de tre områder er tegnet ved 37, 74 og 111 kBq/m². En sammenligning med det tilsvarende kort for cæsium-137, der er vist på forsiden af dette nummer, afslører forskellen i spredningsmekanisme for de to stoffer. Cæsium fordamper under hele branden i reaktorkernen og fordeles derfor vidt og bredt afhængigt af vind og vejr. Strontium kommer kun ud med eksplosionen og fordeles sig hovedsageligt indenfor 30 km zonen.

Område	Kollektiv totaldosis (manSv)
Europa	318.000
Asien	48.000
Andre verdensdele	18.000
I alt:	384.000

Tabel 3: Kollektive dosisbyrder til befolkningen i områder udenfor Sovjetunionen, fra Tjernobylulykken (manSv).

Den kollektive dosisbyrde angivet i manSv kan bruges til at beregne fremtidige kræfttilfælde. Efter de nyeste teorier gælder det, at for hver 20 manSv vil der opstå eet kræfttilfælde, som medfører døden efter sammen aldersfordeling, som de andre kræfttilfælde vi ellers kender -

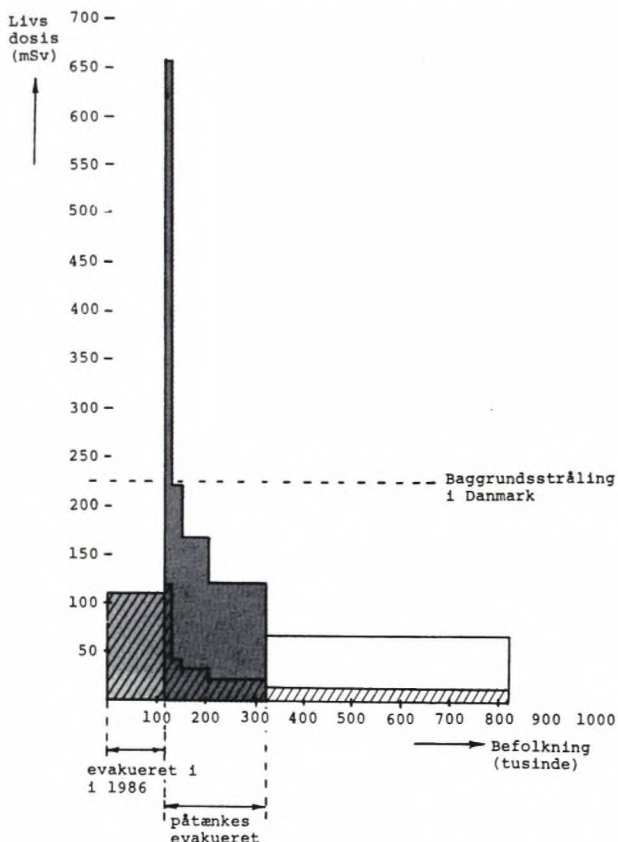
altså gennemsnitlig i ca. 70 års alderen - uafhængig af hvornår i livet bestrålingen er sket.

I landene uden for den tidligere Sovjetunion har ulykken i Tjernobyl medført en effektiv livstidsdosis på 384.000 manSv, fordelt som angivet i Tabel 3. Sammen med de tidligere nævnte 216.000 manSv giver dette alt i alt 600.000 manSv eller 30.000 kræfttilfælde inden for de kommende 70 år. Hvad Danmark angår, får hver af os, ifølge Tabel 1, 0,09 mSv eller $0,09 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^6 = 450$ manSv til os alle, svarende til 22 kræfttilfælde her i landet inden år 2060.

Man kan ikke stole på russiske tal

Vi er ved at lære det: hvordan der efterhånden er gået penge, og især fremmed valuta, i al ting i den tidligere Sovjetunion. Der skal i hvert fald trækkes godt fra når

man hører om skader, russerne gerne vil have penge af os til at imødegå. Ikke desto mindre var der en hel del, der studerede under WHO konferencen "Health consequences of the Chernobyl accident" i november 1995, da S. Yarmonenko (vistnok chef for Radiological Institute, Moskva) i stærke vendinger og i næsten en time holdt auditoriet fanget med sin kritik af "the Radiation Mafia" - d.v.s. de mange dårlige og spredte studier i SNG landene.



Figur 4. En opgørelse fra 1990 over den ekstra dosisbyrde som Tjernobyl ulykken gav anledning til. Doserne er fordelt efter størrelse og grafen viser størrelsen af den befolkningsgruppe der påvirkes. Det skraverede område er den dosisbyrde som var modtaget indtil 1990. Det blanke område er den dosisbyrde de enkelte kan forvente at modtage hvis der ikke foretages yderligere indgreb. Siden 1990 er en stor del af de påtænkt evakuerede faktisk flyttet. Dette er en disposition der kan være fornuftig for de få tusinde mennesker der levede i de hårdest belastede områder udenfor 30 km zonen, eller for unge og mobile mennesker. Det er straks et større spørgsmål, om belastningen ved en evakuering af bønder der er bundet til området, opvejes af fordelene ved at slippe for en ekstra dosis, der er en brøkdel af baggrundsstrålingen i Danmark.

Yarmonenko dokumenterede med navns nævnelse og citater fra artikler, hvorledes præmisser og konklusioner ikke hang sammen. Han brugte udtryk som "uansvarlig" og "postulation" og beskyldte ordret kolleger for skrækkampagner for at rejse penge til lokale, ukoordinerede studier. "Aldrig har jeg hørt en så velrettet opsang til kolleger og landsmænd" skriver overlæge ved Glostrup Amtssygehus, Harriet Dige-Petersen, i sin beretning.

Referencer:

- 1) *Health consequences of the Chernobyl accident, summary report*, (40 sider)
WHO 1995, ISBN 92-4-156181-5.
- 2) Per Brøns, Heinz Hansen og Erland Andersen, *Vor radioaktive klode*, Rhodos 1993, ISBN 87-7245-552-7.
- 3) The international Chernobyl project, *Surface contamination maps*, IAEA 1991, ISBN 92-0-129291-0



Heinz Hansen er biokemiker, Dr.scient, og har siden 1959 været tilknyttet helsefysisk- (nu miljø-)afdeling på Risø.

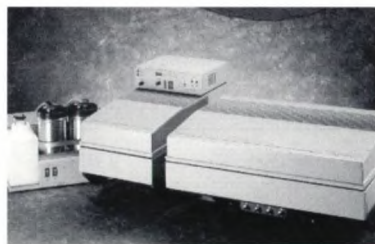


optilas

Optilas Danmark, den lokale internationale leverandør med specialer indenfor:

Optik og lasere til forskning og industri

Continuum, Inc. - Corion Corp. - CVI Laser Corp. - Ion Laser Technology, Inc. - Labsphere, Inc. - Laservision - Optical Surfaces Ltd. - Physical Optics Corp. - Research Electro Optics - Santa Fe Laser Co. - Synrad, Inc. - m.fl.



Spektroskopisk udstyr

Chromex, Inc. - McPherson Milton Roy - Photek Ltd. m.fl.



Elektronik

Directed Energy, Inc. - Maxwell Laboratories, Inc. - Quantum Design, Inc. - Stanford Research Systems, Inc. - Trek, Inc. - m. fl.

Optilas Danmark

Billedvej 2

DK-2100 København Ø

Telefon: 3543 0133

Fax: 3543 8334

E-mail: optilas@inet.uni-c.dk