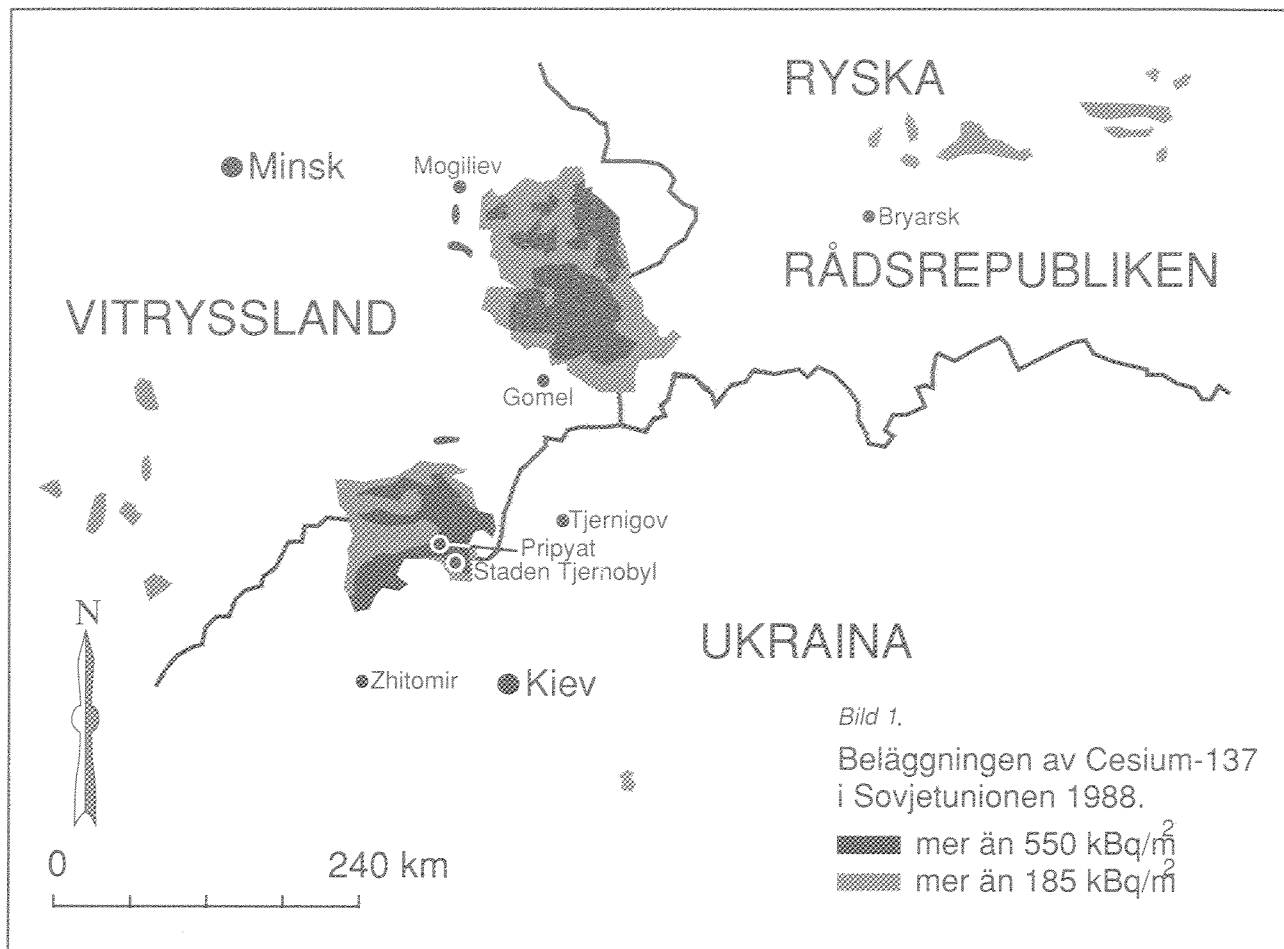




Strålning och andra faktorer som orsak till ohälsa

Följderna av Tjernobyl i Sovjetunionen

Hundratusentals människor i Vitryssland, Ukraina och Ryska rådsrepubliken är fortfarande svårt drabbade av kärnkraftkatastrofen i Tjernobyl i april 1986. Hälsoläget är klart försämrat, och nya evakueringar är aktuella. Men mycket tyder på att strålningen i många fall inte är den direkta orsaken.

En rad tunga internationella organisationer har i vår gått samman i ett gemensamt projekt som skall bringa klarhet i en mycket komplicerad bild och skapa förutsättningar för effektiva hjälpinsatser. Arbetet har givits högsta prioritet och skall vara avslutat i höst.

KSUs analysgrupp hade för avsikt att avvakta denna auktoritativa kartläggning innan vi gav ut en sammanfattning över läget kring Tjernobyl.

Men massmedias rapportering i samband med fyraårsminnet av olyckan kräver en omedelbar belysning. Vi vill dock understryka att denna sammanställning är preliminär och kommer att uppdateras.

1 STRÅLNINGSLÄGET

1.1 Den radioaktiva beläggningen

Inom 15 km från den havererade reaktorn uppmättes omedelbart efter olyckan mycket höga strålningsvärden. Området utsattes inte bara för lättflyktiga radioaktiva ämnen som förångades från reaktorhärden, utan också för tyngre partiklar och stoft som spreds vid explosionen och föll ner i närområdet.

En av de första åtgärderna för att skydda allmänheten var att utrymma staden Pripyat med 45 000 invånare, belägen ett fåtal km från kärnkraftverket (bild 3). Detta skedde dagen efter haveriet.

Efter några dygn upprättades en "kontrollerad zon" med 30 kilometers radie runt kraftverket. Dess bofasta befolkning på ytterligare 90 000 människor utrymdes. Passagen av personer och fordon kontrollerades och begränsades, och saneringsåtgärder vidtogs.

Ännu idag utgör 30-kilometerszonen kontrollerat område, och någon nämnvärd återflyttning har inte skett.

Nya uppgifter

Under de första åren efter olyckan trodde man internationellt att de svåra radiologiska följderna var koncentrerade till 30-kilometerszonen och att problemen begränsats i och med att befolkningen flyttats därifrån.

Så sent som i maj 1989 tillkännagav Sovjetunionen emellertid inför FNs vetenskapliga strålningskommitté, *UNSCEAR*, att också stora arealer flera hundra km från Tjernobyl blivit starkt förorenade genom att regn tvättade ut radioaktiva ämnen när utsläppsmolnet från Tjernobyl passerade.

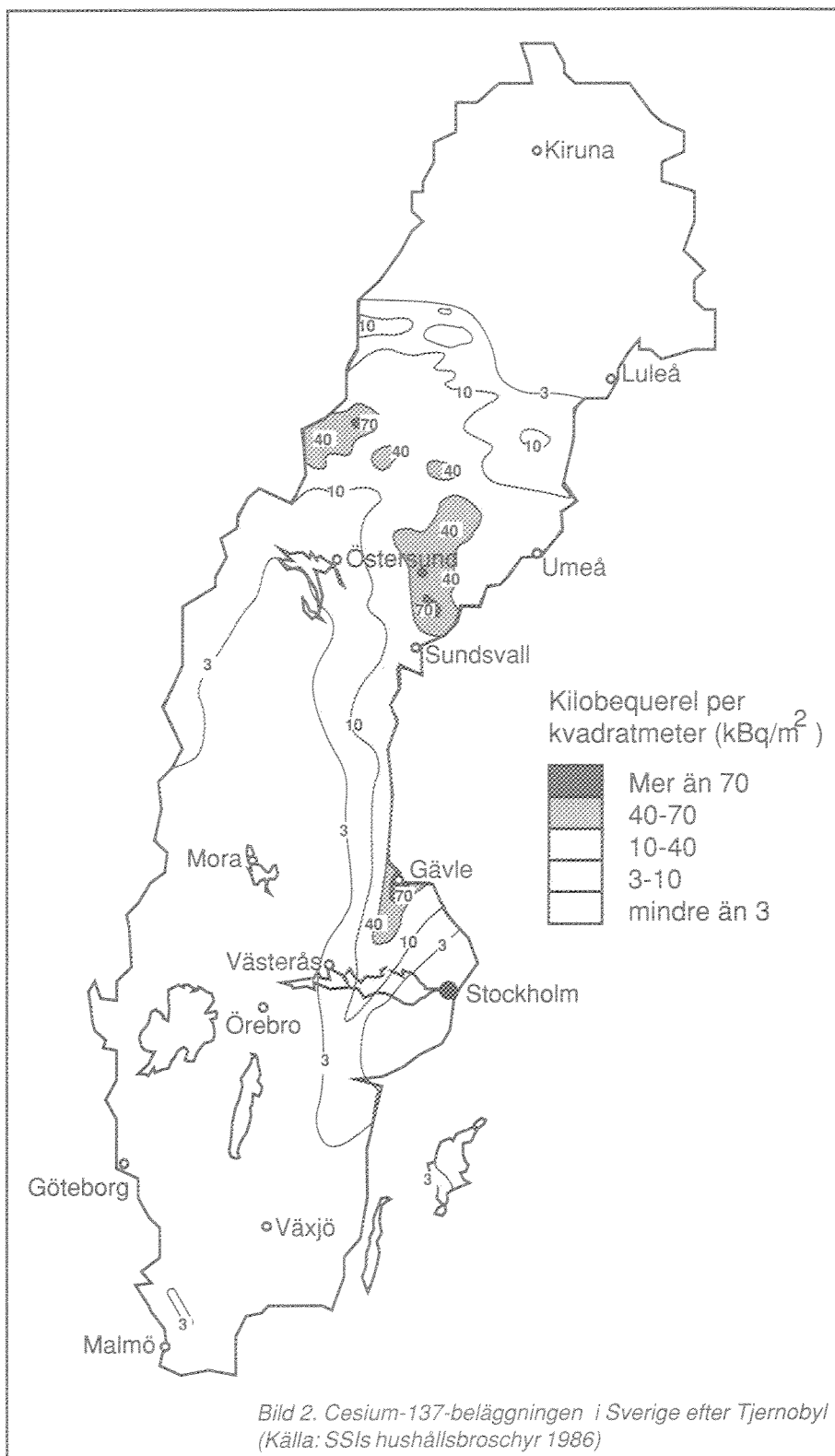
Förutom Ukraina är särskilt Vitryssland men också Ryska Rådsrepubliken drabbade, [1].

Cesium-137

Den radionuklid som idag helt dominerar strålningsläget är cesium-137, med en halveringstid på 30 år. Aktivitetsfördelningen visas i bild 1 på första sidan.

Den areal där cesiumbeläggningen överstiger 550 kBq/m² omfattar 10 000 km².

Därav finns 7 000 km² i Vitryssland, 2 000 km² i Ryska Rådsrepubliken och 1 000 km² i Ukraina.



Områdena med 185-550 kBq/m² omfattar ca 21 000 km². I Vitryssland bor 20 % av republikens invånare, 2,2 miljoner människor, på mark med mer än 40 kBq/m².*

Som jämförelse kan nämnas att Sverige har en yta på 450 000 km², med en jordbruksareal på ca 70 000 km². Markbeläggningen i Sverige efter Tjernobyl framgår av bild 2 ovan [2].

* I de ryska rapporterna används den gamla enheten för aktivitet, curie (Ci), i stället för becquerel (Bq). 1 Ci/km² = 37 kBq/m².

De belagda zonerna i Sovjetunionen är uppdelade i tre kategorier [3], [4]:

1. 40-550 kBq/m²: Områden under sporadisk kontroll.

Här vidtas inga särskilda åtgärder.

2. 550-1500 kBq/m²: Områden under ständig kontroll.

Här vidtas saneringsåtgärder. Användningen av lokalt producerade livsmedel begränsas. Människor åläggs olika restriktioner.

3. Mer än 1500 kBq/m²: Områden under strikt kontroll.

Fortsatt boende anses olämpligt. Evakueringen är dock ännu ej helt genomförd. Totalt har ca 200 000 människor hittills evakuerats [5].

Uppställningar som denna ger emellertid en alltför glättad bild. Detaljerade kartor visar [3] att aktivitetsfördelningen är mosaikartad, med högaktiva enklaver insprängda i måttligt förorenade områden. Detta försvårar naturligtvis både kontrollen och människornas levnadsvillkor.

1.2 Stråldoser

Inom kraftverksområdet arbetade vid tiden för olyckan 444 personer. 22 av dessa fick stråldoser som var obetingat dödande (6000-16000 mSv). 23 personer fick 4000-6000 mSv. Sju av dessa avled. 158 personer erhöll 1000-4000 mSv. Av dessa har en avlidit. En person återfanns aldrig efter explosionen.

Totalt har alltså 31 personer dött, huvudsakligen till följd av akuta strålskador (se avsnitt 2.2).

Den största tätorten i närområdet, staden Pripjat med 45 000 invånare, evakuerades efter 1 1/2 dygn. Den genomsnittliga stråldosen till stadens invånare har uppskattats till omkring 30 mSv. De högsta stråldoserna i Pripjat (till räddningspersonal) var ca 100 mSv.

Landsbygsbefolkningen i det omedelbara närområdet, 24 200 personer inom 15 km från kraftverket, intar en särställning i doshänseende, med en medeldos på 450 mSv. De höga doserna berodde främst på sen evakuering och dåligt strålskydd från den förhärskande träbebyggelsen.

Bortom 15 km blev stråldoserna be-

tydligt lägre - i zonen 15-30 km i genomsnitt 50 mSv [6].

Våren 1987 meddelade Sovjetunionen att de ovannämnda tidiga dosuppskattningarna kan ha varit för höga [7].

I maj 1989 uppgavs de mest belagda områdena i samtliga tre berörda sovjetrepubliker hysa en befolkning på 273 000 människor, den redan evakuerade befolkningen i 30-kilometerszonen ej medräknad. (Troligen åsyftas zonerna 2 och 3, dvs med en cesiumbeläggning på mer än 550 kBq/m². Detta är dock något oklart).

Under de drygt 3 1/2 åren mellan olyckan och 1 januari 1990 beräknas dessa människor ha fått en genomsnittlig stråldos på 51 mSv. 56 % uppges ha fått mindre än 40 mSv och 95 % mindre än 100 mSv.

Dessa siffror kan utgöra en grund för att bedöma rimligheten av rapporterade strålskador (se avsnitt 2).

Evakueringskriterium

Ett officiellt sovjetiskt evakueringskriterium, som beslöts i samråd med WHO i juni 1989, är att livstidsdosen inte skall få överskrida 350 mSv (i genomsnitt 5 mSv/år under 70 år). Detta kan leda till att ytterligare 100 000 människor evakueras.

De ovannämnda doserna är "helt kroppsdoser", som i huvudsak härrör från cesium. Det är dessa doser som är av betydelse för hälsoeffekterna i stort.

Radioaktiv jod

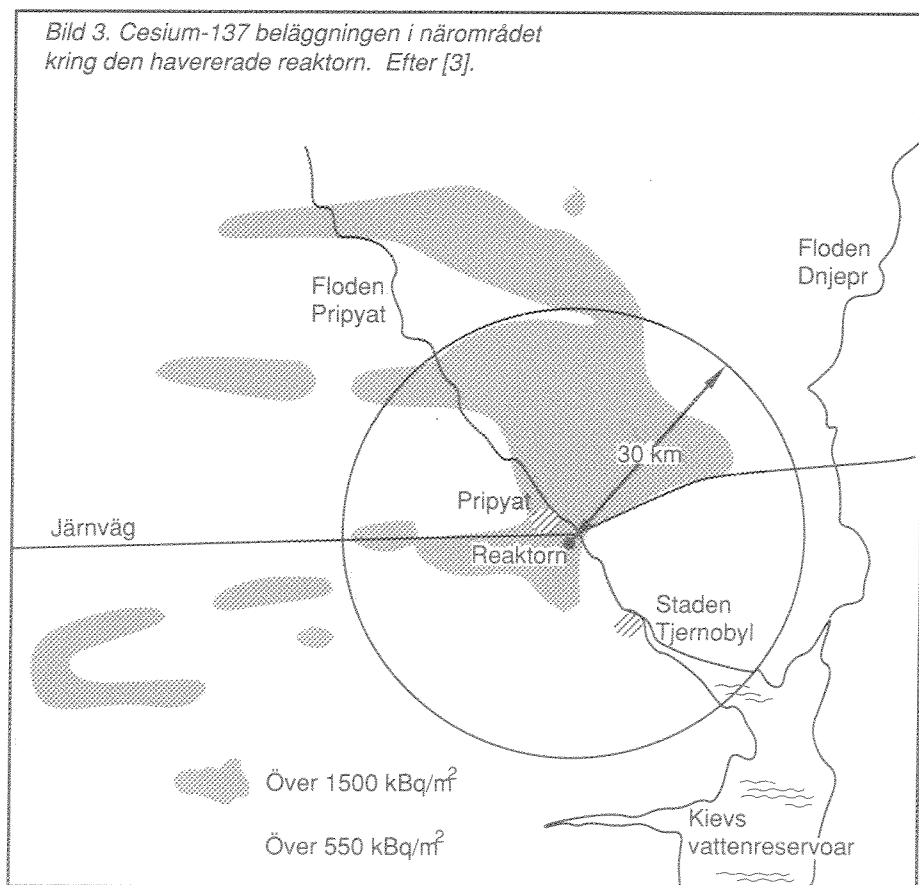
Ett ämne med mycket specifik verkan är radioaktiv jod (jod-131, halveringstid 8 dygn), som var en viktig beståndsdel i utsläppen och den radioaktiva beläggningen under de första veckorna. När jod tas upp i kroppen, ansamlas mycket av den i sköldkörteln.

I de aktuella områdena i Sovjetunionen råder en brist på naturlig jod. Detta gjorde att människorna i oväntat hög grad tog upp den radioaktiva joden, och särskilt barn fick höga sköldkörteldoser.

Trots att över 5 miljoner människor fick inaktiva "jodtabletter" i förebyggande syfte, uppges i Ukraina 200 000 barn ha fått sköldkörteldoser på i medeltal 1000 mSv. 500 av barnen sägs ha fått över 10 000 mSv [5].

Doserna från jod är osäkra, då systematiska mätprogram inte kom igång

Bild 3. Cesium-137 beläggningen i närområdet kring den havererade reaktorn. Efter [3].



medan jodaktiviteten fanns kvar.

(Det måste understrykas att doser till enstaka organ inte kan jämföras med tidigare nämnda helkroppsdosor).

1.3 Jordbruk och livsmedel

I de drabbade områdena är jordbruket starkt inriktat på animalieproduktion. Spannmål, potatis och foderväxter dominerar. I zon 2 bedrivs fortfarande jordbruk (paradoxalt nog i ökande omfattning).

Radioaktiviteten i livsmedlen kontrolleras, och olika åtgärder vidtas för att minska den, t ex nedplöjning, över-skottsgödsling och uppställning av kreatur en tid före slakt.

Befolkningen erhåller visst ekonomiskt stöd för att köpa livsmedel utifrån, men tillgången är begränsad. Svamp- och bärplockning, liksom fiske, är förbjudet i många delar av zon 2 och 3, [3].

Gränsvärden för cesium-137

Följande gränsvärden för cesium-137 i livsmedel gäller:

mjölk	370 Bq/l
nöt- och lammkött	1 000 Bq/kg
fläsk	600 Bq/kg
svamp	10 000 Bq/kg

Enligt svenska beräkningar ger ett dagligt intag av 1 000 Bq cesium-137 en stråldos på ca 4 mSv per år. Födoämnen som inte utgör baslivsmedel, såsom svamp, ger givetvis små dosbidrag också vid höga cesiumhalter.

Det finns inget allmängiltigt samband mellan markbeläggningen av cesium i ett område (i kBq/m²) och koncentrationen i de livsmedel som produceras i området (i Bq/kg).

Under det första året efter nedfallet finns mycket av radioaktiviteten på de gröna växtdelarna. Därefter sker upptaget i högre grad från marken genom rötterna, och blir i allmänhet avsevärt mindre. Markens beskaffenhet har då stor betydelse.

I gynnsamma fall tränger cesiet med tiden allt längre ner i jorden och blir därmed mindre tillgängligt för växterna.

Snabb minskning

FNs strålningsvetenskapliga kommitté UNSCEAR [8] har sammanställt uppgif-

ter från flera länder på upptag av cesium-137 i livsmedel efter nedfall från atmosfäriska kärnvapenprov.

Genomsnittsvärdet för kost av normal sammansättning är första året omkring 4000 Bq/kg om markbeläggningen är 1000 kBq/m². Värdet varierar dock kraftigt mellan olika geografiska lägen.

Efter första året minskar upptaget betydligt, så att den sammanlagda livsmedelsdosen för alla följande år blir ungefär densamma som för det första året.

Från de tjernobyldrabbade områdena i Sovjetunionen rapporteras att mängden cesium som människorna fick i sig via livsmedel minskade i genomsnitt 2-5 gånger mellan sommaren 1986 och sommaren 1987. I vissa fall var minskningen 10 gånger [9]. Genom olika jordbrukstekniska åtgärder uppger man sig kunna minska livsmedelsupptaget med en faktor 4 [10].

I Vitryssland har enligt [3] 1 000 km² jordbruksmark tagits ur bruk permanent.

Detta skall ställas mot ett ofta citerat tidigare pressmeddelande från Vitrysslands vice regeringschef, enligt vilken "republiken förlorat 1.6 miljoner hektar (16 000 km²) eller 20 % av sin jordbruksmark".

Enligt ett annat uttalande från Vitrysslands ministerråd är 20 % av jordbrukssarealen "kontaminerad i varierande grad" [10], vilket uppenbart är en mera korrekt beskrivning.

1.4 Prognoser för stråldoser

I UNSCEARs rapport från 1988 [8] görs en uppskattning av de totala stråldoser som kan erhållas vid en viss beläggning med cesium-137.

Man har då tagit med i beräkningen dosbidragen från mera kortlivade ämnen som följer med cesium-137, främst cesium-134.

För en beläggning på 1000 kBq/m² anges (för tempererade breddgrader) följande:

Första året:	Extern dos	10 mSv
	Livsmedelsdos	44 mSv
	Summa	54 mSv

Totalt alla följande år:

Extern dos	76 mSv
Livsmedelsdos	32 mSv
Summa	108 mSv

Livstid:

Extern dos	86 mSv
Livsmedelsdos	76 mSv
Summa	162 mSv

För zon 2 (550-1500 kBq/m²) skulle detta ge en förstaårsdos på 30-80 mSv och en livstidsdos (utan särskilda åtgärder) på 90-240 mSv. Uppskattningen överensstämmer relativt väl med dosuppgifterna från de belagda områdena utanför närzonen (avsnitt 1.2).

Den stöder också den officiella ryska bedömningen att livstidsdoserna i zon 2 bör kunna hållas inom det föreskrivna gränsvärdet [9].

2 VILKA HÄLSOEFFEKTER KAN STRÅLNINGEN GE KRINGTJERNOBYL?

2.1 Hur har vi fått kunskap om strålnings effekter?

Det finns en betydande kunskap om vilka skador som kan uppstå genom strålning, hur skadorna beror av stråldosen och när de börjar visa sig efter bestrålningen.

Kunskapen härrör t ex från strålningsutsatta yrkesgrupper (bl a radiologer som före andra världskriget var utsatta för höga stråldoser), och från medicinska sammanhang, där olika patientkategorier bestrålats med höga doser i terapeutiskt syfte.

Systematiska djurförsök har underbyggt den teoretiska kunskapen.

Hiroshima och Nagasaki

Det viktigaste kunskapsunderlaget utgörs emellertid av den bestrålade befolkningen i Hiroshima och Nagasaki, vars hälsotillstånd nu följts i 40 år och analyseras fortlöpande genom den särskilt instiftade internationella *Radiation Effects Research Foundation*.

Det rör sig i Japan om närmare 42 000 bestrålade människor, med en genomsnittlig stråldos på ca 300 mSv [11]. Detta är alltså betydligt högre än vad som hittills erhållits i de drabbade

områdena i Sovjetunionen, om man undantar 15-kilometerszonen kring reaktorn.

En viktig skillnad i förhållande till Tjernobyl är att bestrålningen i Japan skedde på mycket kort tid (sekunder). Man vet, bl a från mängder av djurförsök, att en sådan bestrålning ger svårare verkningar än om samma stråldos fördelas över lång tid (veckor, år).

Det finns flera internationella expertorgan som ständigt granskar, analyserar och utvärderar nya rapporter om strålningsrisker.

Ett sådant organ är FN:s vetenskapliga strålningskommitté (UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR).

Ett annat är Internationella strålskyddskommissionen ICRP. Här kan också nämnas amerikanska vetenskapsakademins kommitté för de biologiska verkningarna av strålning (BEIR). Dessa organisationer utger regelbundet uppdaterade riskbedömningar utifrån all samlad erfarenhet.

Nedanstående dos-effektsamband är, om inte annat anges, hämtade ur ICRPs preliminära rekommendationer av 1990 [12].

2.2 Akuta strålningseffekter

Vid mycket höga stråldoser kan de direkta cellskadorna få sådan omfattning att de snabbt leder till nedsatt organfunktion. Om livsviktiga organ berörs, kan människan dö. Blir hela kroppen utsatt för en hög stråldos, reagerar i första hand de blodbildande organen och därefter mag-tarmkanalens slemhinnor. Följden blir akut strålsjuka, som kan få ett snabbt dödligt förlopp.

Den stråldos som, erhållen under kort tid, dödar hälften av en bestrålad befolkning anses ligga mellan 3000 och 4000 mSv. Om lämplig behandling sätts in kan dock överlevnaden öka, vilket resultatet från Tjernobyl visar. Under 500 mSv uppträder inga symptom.

En strålsjuk som överlevt de första månaderna, tillfrisknar i allmänhet. Dock kvarstår en liten risk att han drabbas av sena strålningseffekter (se avsnitt 2.3).

Som redan framgått avled 30 personer efter att ha fått mycket höga stråldo-

ser vid släckningsarbetet på kraftverket. Flera av dessa hade också svåra brännskador.

(I sovjetisk och västlig press har det skrivits om ytterligare 250 döda. Det rörde sig om registrerade dödsfall bland de hundratusentals människor som arbetat med saneringen i omgivningarna. Registreringen omfattade alla dödsor-saker, och antalet var normalt för en grupp av den aktuella storleken och åldersfördelningen).

Är stråldosen begränsad till enstaka organ, krävs i allmänhet doser på flera tusen mSv för att överhuvudtaget direkta kliniska skador skall uppstå. **Om dosen erhålls över en följd av år, brukar inga allvarliga skador inträffa om den årliga dosen är lägre än 500 mSv.**

Några organ är emellertid mera känsliga än andra:

- Män kan t ex drabbas av övergående sterilitet om de kortvarigt utsätts för en testikeldos på 150 mSv. Vid långt utdragen bestrålning kan detta inträffa vid doser större än **400 mSv** per år.

För att steriliteten skall bli bestående **krävs årsdoser över 2000 mSv.**

- Strålning kan grumla ögonlinsen och ge nedsatt syn. Vid kronisk bestrålning anser man att dosen måste vara högre än **drygt 150 mSv per år.**

- Blodbildningsprocessen kan störas på ett kliniskt märkbart sätt vid en dos till benmärgen på **ca 400 mSv** per år.

Det är främst bland de 24 000 evakuerade landsortsborna från 15-kilometerszonen som man kan vänta sig sådana skador.

I övriga svårt belagda områden uppskattas 5 %, d v s ca 15 000 människor ha fått doser över 100 mSv på 3 år. Ett begränsat antal av dessa människor kan möjligen ha fått skador av ovan beskri-vet slag.

Sköldkörtelskador hos barn

Som vi sett i föregående avsnitt har många människor, framför allt barn, fått höga doser till sköldkörteln. Vid massiv

bestrålning kan körteln delvis slås ut och hormonproduktionen bli otillräcklig (hypotyroidism).

Enligt [4] är det kliniskt välbelagt att det krävs sköldkörteldoser från radiojod på mer än 100 000 mSv för uppkomst av hypotyroidism, alltså betydligt högre än de rapporterade.

För barn har dock sådana allvarliga sköldkörtelförändringar konstaterats redan vid 10 000 mSv [13]. Det är alltså rimligt att sådana förändringar kan iakttagas i tjernobylområdet.

Fosterskador

Ytterligare en kategori av akuta skador är fosterskador. Risken är särskilt stor om fostret utsätts för strålning under den kritiska del av graviditeten då organen börjar bildas. Framför allt hjärnans utveckling är känslig. Vid försök på djur har man också med relativt höga stråldoser kunnat framkalla skelettskador.

Bland de barn som bestrålades i moderlivet vid atombombsfällningarna över Japan har inga skelettmissbildningar iakttagits. I genomsnitt blev dock de bestrålade barnen som vuxna ca 2 cm kortare och vägde 3 kg mindre än de obestrålade.

Dessa förändringar har inte kunnat förknippas med funktionella störningar.

Bland de barn som i Japan drabbades av strålningen mellan 8:e och 15:e graviditetsveckan har man redan vid några tiotal mSv observerat en genomsnittlig minskning av intelligenskvoten (IQ). **Effekten uppskattas till 30 IQ-enheter per 1000 mSv.** ("Normal" intelligens motsvarar 100 IQ-enheter).

Bland dessa barn finns också ett förhöjt antal fall av allvarig mental efterblivenhet, men denna förhöjning har bara kunnat iakttagas vid doser över några hundra mSv. **Risken för sådana grava störningar bedöms vara 45 % per 1000 mSv.**

De graviditeter som pågick i 30-kilometerszonen runt Tjernobyl vid tiden för olyckan har enligt officiella uppgifter förlöpt normalt. Enligt en uppskattning [7] kan man räkna med ca 10 extra fall av mental efterblivenhet bland barn till de 130 000 människorna i 30-kilometerszonen.

Ifrågasatta missbildningar

Medfödda missbildningar av det slag

som rapporterats av massmedia från Tjernobyl, t ex harmynthet och avsaknad av extremiteter (Aftonbladet 1990-04-26), har aldrig observerats på människor som följer av strålning, inte ens vid betydligt högre doser än de aktuella. (Se även nästa avsnitt om ärftliga skador).

2.3 Sena strålningseffekter

Det är känt att strålning, redan i betydligt lägre doser än de som ger akuta skador, kan ge skador på cellernas arvs-massa, som långt efter bestrålningstill-fället kan visa sig i sjukdom eller kliniska skador.

Sådana processer kan utlösas inte bara av strålning utan t ex också av en mängd olika kemikalier. De uppträder även spontant. Utöver den utlösande faktorn är det många andra faktorer som bestämmer om sena effekter skall uppstå, bl a organismens förmåga att reparera eller eliminera skadorna.

De sena skadorna brukar också kallas "stokastiska" eller slumpartade.

De mest framträdande sena strålningseffekterna är förhöjd cancerrisk och risk för genetiska skador. Man har länge sökt i det omfattande erfarenhetsmaterialet efter andra strålningsrelaterade effekter vid låga stråldoser, t ex nedsatt immunförsvar eller för tidigt åldrande, men hittills finns inga hållbara belägg för sådana följder [14].

Cancer förorsakad av strålning uppträder med en viss tidsfördröjning ("latenstid") i förhållande till bestrålningstillfället. För fasta tumörer är denna latenstid minst 5-10 år. Leukemi ("blodcancer") kan dock börja visa sig redan efter 2 år, uppnår en topp efter 5-10 år, och avtar sedan (bild 4).

Det har nu gått 4 år sedan reaktorolyckan. Den enda hittills observerade cancerform i tjernobylområdet, som rimligen skulle kunna förknippas med strålning, är alltså leukemi.

I den bestrålade japanska befolkning som undersökts, 42 000 personer, hade under de 35 åren mellan 1950 och 1985 3 291 människor avlidit i cancer. Detta är ca 400 fler än i en motsvarande obe-strålad befolkning, och dessa fall kan alltså tillskrivas strålningen [11].

I 80 av de extra cancerfallen var det fråga om leukemi.

Strålningsorsakad cancer

En noggrann analys av dessa data och av de stråldoser människorna varit utsatta för har lett till ett siffervärde på risken för att människor i en bestrålad befolkning skall dö i strålningsorsakad cancer ("livstidsmortalitet").

Men man vet att risken per dosenhet minskar med lägre doser, eller när dosen är utsträckt i tiden.

Internationella strålskyddskommis-sionen, ICRP, har därför i sin senaste preliminära rekommendation [12, 1990] valt att för sådana fall halvera den risk-faktor som härletts direkt ur det japan-ska materialet.

Osäkerheten är stor - faktorn 1/2 är försiktigt vald. UNSCEAR anger i sin senaste rapport [8] intervallet 1/2 - 1/10.

Man får med ICRPs antagande att i en befolkning på 10 000 människor, som under längre tid i genomsnitt utsatts för en sammanlagd dos på 1000 mSv, kan 500 personer komma att dö i cancer.

Risken blir alltså 5 % per 1000 mSv, och antas vara proportionell mot stråldosen.

"Cancerepidemier?"

Om vi utgår från att livstidsdosen för människorna i de tjernobyldrabbade områdena i enlighet med gällande be-stämmelser begränsas till 350 mSv, skulle cancerdödligheten bland de mest ut-satta under en generation öka från "normala" 20 % till ca 22 %.

Som Röda korsets tjernobyildelega-tion påpekar [4], blir en sådan ökning svår att påvisa statistiskt.

Utgår vi från de hittills erhållna do-serna i de mest nedsmutsade områdena, med medelvärdet 51 mSv, skulle de efter den karakteristiska latenstiden öka can-cermortaliteten med 0.25 procentenhe-ter. Detta skulle vara omöjligt att urskil-ja bland alla de cancerdödsfall som in-träffar av helt andra orsaker.

Vi kan alltså än en gång konstatera att uppgifterna om "cancerepidemier" till följd av strålningen från Tjernobyl saknar all grund.

Ärftliga skador

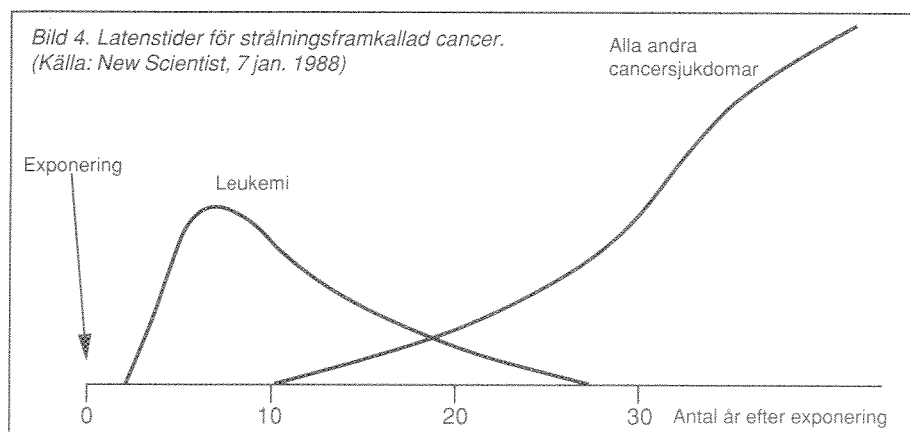
Den andra kategorin av sena skador är **de genetiska skadorna**. Man vet från djurförsök att sådana kan framkallas av strålning. Hos de barn som avlats av bestrålade föräldrar efter bombningar-na i Japan gick det länge inte att påvisa några genetiska skador.

1988 framlade forskarna emellertid en ny analys av olika indikatorer på ärft-liga skador hos den japanska befolk-ningen. Dessa indikatorer omfattade medfödda missbildningar, dödföds-lar, tidig spädbarnsdöd, barncancer, kromo-somavvikelser, samt proteinförändring-ar som kan förknippas med förändrade arvsanlag.

Ingen av dessa indikatorer, tagen var för sig, avvek märkbart från kontroll-gruppens. Det sammantagna materialet gav emellertid en antydning om ökade ge-netiska skador. På grundval av dessa resultat har man uppskattat "fördub-blingdosen", d v s den stråldos som krävs för att det spontana antalet mutationer skall fördubblas. Den uppskattas ligga mellan 1450 och 2550 mSv [15].

I de tjernobyldrabbade områdena tycks det idag inte finnas någon befolk-ningsgrupp, stor nog att utgöra ett sta-tistiskt underlag, som fått tillnärmelse-vis så höga doser som de ovannämnda.

Enligt [5] har det från områden i Vit-ryssland med stor markbeläggning rap-



porterats att missbildningar hos aborterade foster fördubblats och att antalet missbildade nyfödda barn ökat från 4.3 ± 0.5 till 6.9 ± 0.6 på 1 000 födselar. Dessa förändringar uppgavs bero på en kombination av strålning och kemiska faktorer.

De statistiska uppgifterna har emellertid enligt samma källa dementerats av andra forskare som rapporterat att inga effekter kunnat påvisas längre bort än 10 km från kärnkraftverket. Detta överensstämmer betydligt bättre med erfarenheten från Japan, om man ser enbart till strålningen.

Massmedia

Uppgifter i massmedia (DN 26 april) att spädbarnsdödligheten skulle ha fördubblats i en "smittad" region och tredubblats i en annan på grund av strålning bör därför bemötas med stor skepsis.

De bilder som publicerats i Aftonbladet på barn födda flera år efter olyckan med grava missbildningar, saknar givetvis varje som helst värde som bevis på strålningsbetingade genetiska skador och är utslag av ren sensationsjournalistik.

Uppgifterna i massmedia om en dramatisk ökning av missbildningar hos husdjur, som beledsagades av bilder på deformerade grisar och föl, kan hänföras till samma kategori.

Vissa kollektivjordbruk hade redan före olyckan periodvis drabbats av ökad missbildningsfrekvens, vilket tillskrivits dåligt avelsarbete och bristfällig utfodring [16]. Efter olyckan har man inte kunnat finna något samband mellan graden av radioaktiv nedsmutsning och missbildningsfrekvens.

I SSI:s nyhetsblad "Strålskyddsnytt" [17] sägs också att "man inte hittat vanliga djur i större omfattning eller (med) andra typer av missbildningar än normalt".

3 DET VERKLIGA HÄLSOLÄGET OCH DESS ORSAKER

Av det som sagts i avsnitt 1 och 2 skulle man kunna dra slutsatsen att ingen allmän försämring av hälsoläget kan ha inträffat.

Ändå råder stor samstämmighet att hälsan i de tjernobydrabbade område-

na är allvarligt försämrade. Orsaken står till stor del att finna i det psykologiska klimat som skapats av ett för människorna okänt hot och i de svåra ingreppen i deras invanda livsstil. Man måste också skilja mellan verkliga och skenbara försämringar.

Dålig information

De psykologiska påfrestningarna förstärks av en utbredd misstro mot myndigheterna, som grundlades genom alltför sen information till befolkningen. Olika åtgärder har ofta beslutats på lokal nivå.

Såväl Vitrysslands hälsovårdsminister [18] som Röda korsets tjernobydelegation [4] har konstaterat att okunskapen om strålnings effekter är stor också hos lokala myndigheter och medicinsk personal.

Delvis överambitiösa åtgärder har vidtagits som inverkat menligt på människors hälsa och dessutom ökat oron: barn har till exempel under långa tider hållits inomhus, och stränga livsmedelsrestriktioner har försämrat kostvanorna. I TBC-drabbade områden har man upphört med skärmbildskontroller för att inte utsätta människor för ytterligare stråldoser [19].

"Strålsjukesfall"

Nästan alla sjukdomstillstånd tillskrivs strålningen, och människor går i ständig skräck inför nya symptom. Barn med näsblod tas in på akutmottagningarna som "strålsjukesfall".

Bland åkommor som uppges ha ökat men som, för att citera rödakorsrapporten, **med största säkerhet inte är strålningsrelaterade**, är luftvägs- och magsjukdomar, problem med halsmandlarna, nervösa besvär, hjärt-kärlsjukdomar, reumatism och diabetes. Dessa sjukdomar har okritiskt satts i samband med strålningen också av västerländska massmedia.

Ett uppmärksammat inslag i svensk TV var till exempel att en grupp "strålsjuka" barn från Ukraina skickats till Israel för specialistvård och rehabilitering. Enligt FN:s atomenergiorgan IAEA har Israel officiellt dementerat att det rör sig om strålskador. Människornas oro har, liksom för i Sverige, avspeglats i ett ökat antal legalaborter som inte varit medicinskt motiverade.

Blodbrist

De omfattande hälsokontrollerna av den strålningsdrabbade befolkningen har gjort att man uppdagat sjukdomstillstånd som annars skulle ha förblivit upptäckta.

Det är till exempel känt sedan tidigare att blodbrist (anemi) är karakteristisk för dessa områden, troligen på grund av kostens sammansättning. Det är därför svårt att avgöra om den registrerade ökningen av antalet anemifall är verklig eller en följd av utökad kontroll. Detsamma gäller sköldkörtelrubbingar.

En svårighet då det gäller att fastställa hälsoutvecklingen är att finna lämpligt jämförelsematerial. Vissa cancersjukdomar uppges till exempel ha ökat de senaste åren. Men en liknande ökning har skett också i icke-strålningsdrabbade områden, troligen till följd av svår miljöförstöring från kemisk industri [18].

Kemiska faktorer

Kemiska faktorer som har direkt samband med kärnkraftolyckan kan också spela en roll. Uppgifter finns från Vitryssland om förhöjda blyhalter i blodet hos barn. Källan skulle kunna vara det bly som i stora mängder dumpades över den brinnande reaktorn och då delvis förångades. Rimligheten i denna hypotes har ännu inte prövats.

De kemikalier som använts för marksanering kan ha hälsoeffekter. Slutligen uppges att man registrerat biverkningar (tyreotoxikos) av de inaktiva jodtabletter som delades ut som skydd mot radiojod [19], en uppgift som dock betvivlas av svensk expertis.

4 TJERNOBYLI PERSPEKTIV

Traditionellt har strålning betraktats isolerat från andra potentiellt farliga företeelser. Strålningsriskerna är till exempel i Sverige liksom i andra länder underställda en särskild myndighet (Statens Strålskyddsinstitut), medan miljörisker av andra slag övervakas av Naturvårdsverket och Arbetskyddsstyrelsen.

En orsak är att strålning mättekniskt är lätt att kontrollera och att den ifråga om skadeverkningar är betydligt bättre känd än flertalet kemikalier. Den har därför kunnat omges med ett mycket rigorösare regelverk.

Strålningsriskerna överskattade

Denna isolering av strålskyddet har haft till följd dels att det görs få jämförelser mellan strålningsrisker och andra risker, dels att strålningsriskerna överskattas av allmänheten.

Under senare år har det dessutom bland lekmän funnits en tendens att värdera strålningsrisker olika, beroende av i vilka sammanhang de uppstår.

Tjernobylnkatastrofens strålningsorsakade konsekvenser har sällan satts in i ett större riskperspektiv.

Att göra detta är angeläget, inte för att förringa strålningseffekterna, utan för att motverka de psykologiskt betingade skador som börjar överträffa de strålningsbetingade.

Det är också viktigt för att kunna väga nyttan med olika åtgärder mot den eventuella skadan.

Slutligen krävs perspektivet för att kunna prioritera olika hjälpinsatser.

4.1 Radonrisken

I Sverige härrör det största dosbidraget till allmänheten från radon i inomhusluften. Radonets radioaktiva sönderfallsprodukter, "radondöttrarna", följer med inandningsluften och avsätter sig i lungorna, där de ger en stråldos. De radioaktiva ämnena kan förmodligen också sprida sig från andningsorganen till andra delar av kroppen.

Man kan med vissa antaganden räkna om radondotterkoncentrationen i luften, uttryckt i becquerel per m³, till en ekvivalent helkroppsdos, uttryckt i mSv. (Det skall dock påpekas att ekvivalensen gäller enbart cancerrisk, alltså inte risk för genetiska eller fosterskador).

Den genomsnittliga radondosen i svenska bostäder uppskattas av SSI till mellan 2 och 7 mSv per år - osäkerheten är betydande. Det motsvarar en livstidsdos mellan 140 och 490 mSv.

Ökade radondoser i Sverige

Radondoserna i Sverige ökade kraftigt i början på 1970-talet till följd av politiska beslut att främja energisparandet genom tätning av husen.

Den åtgärdsnivå som hittills funnits för befintlig bebyggelse, 400 Bq/m³*, motsvarar en dos på omkring 30 mSv per år. Detta är alltså lika mycket som människor fick i de mest tjernobyldrab-

bade områdena i Sovjetunionen året efter reaktorolyckan.

Livstidsdosen i ett hus som ligger på den gamla åtgärdsnivån skulle bli sex gånger högre än den som tillåts i de tjernobyldrabade områdena.

Många tiotusentals hus i det svenska bostadsbeståndet förmodas ligga vid eller över åtgärdsnivån [20].

SSI har länge pekat på bostadsradonet som det största strålskyddsproblemet i Sverige.

Om radonsituationen vore densamma i Ukraina och Vitryssland som i Sverige, skulle åtgärden att hålla barnen inomhus kunna kraftigt öka deras stråldoser i stället för att minska dem.

* Den första juni i år sänkte regeringen åtgärdsnivån till 200 Bq/m³. Det kommer dock att dröja innan detta är omsatt i praktiken.

4.2 Cancerrisken i allmänhet

Som framgått av avsnitt 2.3 är den dominerande strålningseffekten ökad cancerrisk. Som cancerorsak spelar emellertid strålning en mycket underordnad roll. I Sverige antas den svara för 2-6 % av alla cancerdödsfall [20]. Radonets verkningar, som dominerar, är då inräknade.

Ett åtgärds-kriterium i de tjernobyldrabade områdena i Sovjetunionen är, som vi såg, en livstidsdos på 350 mSv. Denna dos skulle enligt ICRPs riskuppskattning öka cancermortaliteten från ca 20 till 22 procentenheter, eller med 10 %. Det finns emellertid tekniska och kulturella företeelser, också i Skandinavien, som på några årtionden ökat cancerfrekvensen med det mångdubbla. Bild 5 nedan visar hur den (ålderskorrigerade) cancerfrekvensen i Danmark

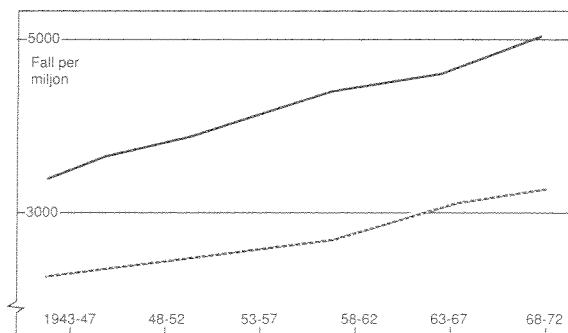
ökat under 25 år, och hur den i Köpenhamn ligger ca 60 % över den kringliggande landsbygdens [21]. Liknande siffror finns för de svenska storstäderna.

Någon inskränkning i storstadsboendet är dock inte aktuell av denna anledning. Några verkliga krafttag har inte heller gjorts mot de luftföroreningar i storstäderna som tros bidra väsentligt till cancerbildningen.

Mot denna bakgrund har det påpekats att en evakuering av den sovjetiska landsbygdsbefolkningen till exempelvis Kiev kan avsevärt öka cancerrisken för dessa människor, i stället för att minska den.

Stråldoser från olika källor - en jämförelse		
	Årsdos	Livstidsdos (mSv)
Sverige		
- Naturlig strålningsbakgrund	1	70
- Radon i bostäder (medelvärde)	2-7	140-490
- Radon i bostäder på hittillsvarande åtgärdsnivå	30	2 100
- Högsta tillåtna yrkesexponering i radiologiskt arbete	50	700 (därav högst 180 före 30 års ålder)
Japan		
- Strålning från atombomberna (medelvärde för den bestrålade befolkningen)	300	300 (erh. under mycket kort tid)
Sovjetunionen		
- Genomsnitt för landsbygdsbor inom 15 km från haveriplatsen	450	450
- Genomsnitt för svårt belagda områden utanför 30-km-zonen	15	(medelvärde för de första 3 åren)
- Evakueringskriterium		350

Bild 5. Utveckling av cancerfrekvensen för män i Köpenhamn (övre kurvan) och på den danska landsbygden (nedre kurvan). Kurvorna är ålderskorrigerade. Efter [21].



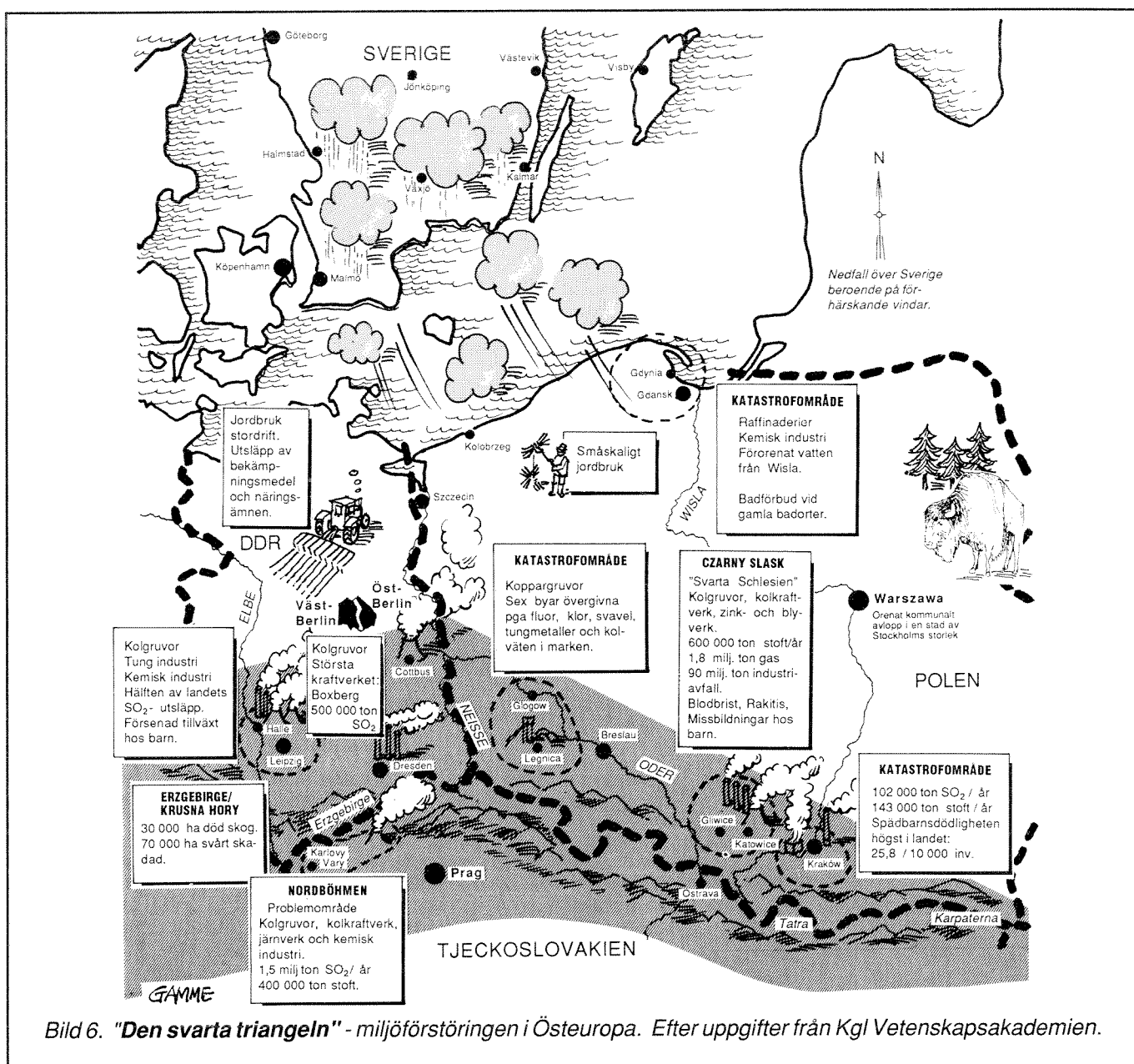


Bild 6. "Den svarta triangeln" - miljöförstöringen i Östeuropa. Efter uppgifter från Kgl Vetenskapsakademien.

4.3 Miljöriskerna i Östeuropa

Reaktorolyckan i Tjernobyl, liksom dess följder, måste ses mot bakgrund av den låga prioritet som säkerhet, hälsa och miljö i allmänhet haft i Östeuropa.

Reaktorkonstruktionen och driftutrustningarna avspeglade en inställning som präglad också annan verksamhet och som fått bli följande konsekvenser:

20 % av den sovjetiska befolkningen, eller 50 miljoner människor, bor i vad den sovjetiska vetenskapsakademien klassar som "ekologiska katastrofområden", så hälsofarliga att människor överhuvudtaget inte borde vistas där.

Till dessa områden hör exempelvis de okontrollerat giftbesprutade bomullsodlingarna i Usbekistan, där barnadödligheten nu uppgår till 10 % [22].

Också i övriga Östeuropa finns liknande katastrofområden, med hög spädbarnsdödlighet, missbildade barn, övergivna byar och död skog.

(Se bild 5, sammanställd efter uppgifter från Kungl. vetenskapsakademien).

I Polen har 25 % av marken så höga halter av tungmetaller att den inte längre är odlingsbar.

Sakligt sett är läget i dessa katastrofområden minst lika svårt, och hjälpinsatser lika angelägna, som i de radioaktivt nedsmutsade områdena.

Men på grund av den känslomässiga (och politiska) särställning som strålningsproblematiken intar, har de tjernobyldrabbade områdena betydligt bättre förutsättningar att få (välbehövlig) hjälp från utlandet.

Det är mot denna bakgrund som vissa regeringsutspel i de drabbade delrepublikerna måste ses.

5 INTERNATIONELLA INSATSER

Som framgått finns en betydande diskrepans mellan vad som rapporterats om strålningsläget i det tjernobyldrabbade områdena, och det allmänt omvittnade dåliga hälsoläget. Diskrepansen kan kvalitativt förklaras med olika omständigheter som inte har samband med strålning.

En av de viktigaste är den allmänt utbredda oron, som i sin tur har sin grund i dålig information och misstro mot myndigheter. Resultatet är under alla förhållanden en tragedi för många hundratusen människor.

Den 7 maj i år tillkännagavs ett internationellt projekt som syftar till ett auktoritativt klarläggande av de radiologiska följderna av tjernobylolyckan.

Projektet genomförs av IAEA i samarbete med Europakommissionen, FNs livsmedels- och jordbruksorgan FAO, FNs vetenskapliga strålningskommitté UNSCEAR och världshälsoorganisationen WHO.

Till projektet har knutits en rådgivande kommitté av internationella experter, under ordförandeskap av direktören för Radiation Effects Research Foundation i Hiroshima, dr *Itsuzo Shigematsu*.

Huvudpunkter i projektet är följande: kartläggning och kontroll av strålnings- och dosuppgifter; utvärdering av hälsoläget, vad beträffar både strålningsrelaterade och icke strålningsrelaterade problem; bedömning av skyddsåtgärder och åtgärdsriterier.

Projektet kommer att avslutas med ett antal möten med lokala myndigheter och specialister för att om möjligt åter skapa förtroendet bland befolkningen för given information och fattade beslut. Projektet skall avrapporteras under hösten 1990.

Också Internationella Röda Korset och Röda Halvmånen förbereder hjälpinsatser efter liknande linjer.

En expertdelegation gjorde ett förberedande besök i de drabbade områdena i januari i år och gjorde i sin rapport [4] ett antal rekommendationer för kommande insatser.

Särskilt framhålls vikten av korrekt information och av psykologisk rådgivning till den drabbade befolkningen.

Evelyn Sokolowski

Litteraturhänvisningar

- [1] L.A. Ilyin et al: "Ecological Features and Biological Effects of the Chernobyl Accident". UNSCEAR/XXXVIII/17, 11 maj 1989.
- [2] SSIs hushållsbroschyr "Efter Tjernobyl?", 1986.
- [3] Bo Libert (lantbruksråd vid svenska ambassaden i Moskva): "Inte bara Tjernobyl". Rapport till Jordbruksdepartementet, 9 april 1990.
- [4] League of Red Cross and Red Crescent Societies: "Report on Assessment Mission to the Areas Affected by the Chernobyl Disaster". Febr. 1990.
- [5] Jan Olof Snihs, SSI: "Reserapport First International Workshop on Severe Accidents and their Consequences, USSR 1989-10-30—11-03".
- [6] Bo Lindell (tidigare generallid. för SSI). Artikel i "Vår föda", suppl. 3, 1986.
- [7] Nucleonics Week, 11 juni 1987.
- [8] United Nations Scientific Committee on the Effects of Ionizing Radiation: "1988 Report to the General Assembly 'Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation'", 1988.
- [9] L.V. Konstantinov och A.J. González, IAEA: "The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident". Nuclear Safety, vol. 30 nr 1, Jan-mars 1989.
- [10] Sveriges tekniska attachéer, SU/0419 C2/1, Special Supplement: "Report on Radioactive Contamination in Chernobyl Area, Pravda 20 March '89". 28 mars 1989.
- [11] Y. Shimizu et al: "Life Span Study Report 11, Pt 1". Radiation Effects Research Foundation RERF TR 12, 1987.
- [12] International Commission on Radiological Protection, ICRP: "Recommendations of the Commission - 1990". Preliminär version febr. 1990.
- [13] R.A. Conard: "Twenty-year Review of Medical Findings in a Marshallese Population Accidentally Exposed to Radioactive Fall-out". Brookhaven Nat'l Laboratory BNL-50424, 1975.
- [14] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: "1982 Report to the General Assembly. 'Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects'". 1982.
- [15] Referat från XVI:e internationella genetik-kongressen i Toronto 20-27 augusti 1988. Science vol. 241, s 1286, 1988.
- [16] Sveriges tekniska attachéer, SU/W 0074/7. TASS-meddelande 89-04-22. Moskva 28 april 1989.
- [17] Jan Olof Snihs, SSI: "Reserapport från Tjernobyl: förödelsen i närbild". Strålskyddsnr 1, 1990.
- [18] Intervju med Vitryslands hälsovårdsminister Vladimir Vlastjik i Nucleonics Week 22 mars 1990.
- [19] A.M. Kellerer (professor, tidigare ordf. i Västtysklands strålskyddskommision): "Bericht an das deutsche Rote Kreuz über die Mission einer Expertengruppe ... in die vom Reaktorunfall in Tschernobyl betroffenen Gebiete der Sowjetunion". Inst. für Medizinische Strahlenkunde der Universität Würzburg, IMSK 90/125/2, jan. 1990.
- [20] Jack Valentin (docent, byråchef på SSI): "En bok om strålning". Nordstedts 1987.
- [21] Göran Löfroth (docent vid Wallenberglaboratoriet, Stockholms Universitet): "Översikt över genotoxiska ämnen från förbränning". Bidrag till Svenska kemiingenjörers riksförenings konferens "Förbränning och cancerframkallande ämnen", 28 nov. 1978.
- [22] Gunnar Hagtorn i Veckans Affärer nr 19, 9 maj 1990.

Tidigare utgivna "Bakgrunder"

1988		1989	
1.	"Uranaffärerna"	1.	Miljöfrågor vid uranutvinning
2.	Transport av uranhexafluorid	2.	Tio år efter Harrisburg
3.	Utländskt kärnavfall i Sverige	3.	WANO - gränsöverskridande samarbete mellan kärnkraftföretagen i Öst och Väst
4.	Kärnkraftverkens tekniska livslängd	4.	"En riktig bild av verkligheten?" (Faktaundersökning av folkkampanjens argumentsamling)
5.	Utsläppen till miljön vid förtida kärnkraftavveckling	5.	Nyutgåva av "Kärnkraftverkens tekniska livslängd" (Nr 4 1988)
6.	Slog Harrisburg och Tjernobyl sönder vår säkerhetsbild?	6.	Nyutgåva av "Människan i den svenska kärnkraften"
7.	Människan i den svenska kärnkraften	7.	Kärnkraften i världen efter 1980
8.	Rysk självrannsakan efter Tjernobyl		
9.	Säkerhetsfiltret - ny teknik ökar svensk kärnkraftsäkerhet		
10.	"Olyckan" vid kärnkraftverket i Biblis	1.	Reaktortankars säkerhet
Samtliga hittills utgivna publikationer kan beställas från sekretariatet			

Analysgruppen

Göran Apelqvist, Utveckling/Miljö, Vattenfall
Ingemar Lindholm, Sv Kärnbränslehantering AB
Anders Pechan, red. sekreterare
Agneta Rising, Vattenfall, Ringhalsverket
Evelyn Sokolowski, KSU
Lars Thuring, Sydkraft
Gunnar Walinder, Patologi/riskforskning S L U
Carl-Erik Wikdahl, EnergiForum AB

KSU KärnkraftSäkerhet
och Utbildning AB

*KärnkraftSäkerhet & Utbildning AB (KSU) ägs av de svenska kraftföretagen **Forsmarks Kraftgrupp, OKG, Sydkraft och Vattenfall.***

KSU driver säkerhetsfrågor som lämpar sig för en samordnad insats från ägarföretagen. Främst gäller det utbildning av kontrollrumsoperatörer i fullskalesimulatorer vid huvudkontoret i Nyköping.

KSU utvärderar också rapporter om störningar som inträffat i kärnkraftverk utomlands. Stockholmskontoret är den svenska länken i det internationellt organiserade systemet för utbyte av drifterfarenheter (World Association of Nuclear Operators, WANO).

Erfarenheterna läggs även till grund för samhällsinformation om kärnkraftsäkerhet, joniserande strålning samt riskjämförelser mellan olika energislag. Detta sker efter granskning av en särskild analysgrupp.