



1972:7

(Tredje omarbetade upplagan. Ersätter cirkulär 23 och meddelanden 1962:4 och 1964:18.)

# STATENS BRANDINSPEKTION

# MEDELANDEN



## **Brandkårs uppträdande vid brand där radioaktiva ämnen förekommer**

Föregående upplagor av statens brandinspektions cirkulär "Brandkårs uppträdande vid brand där radioaktiva ämnen förekommer" utgavs i oktober 1956 och i december 1959 (cirkulär 23). Cirkulär 23 har sedermera kompletterats med meddelande 1962:4 (Atomenergiolyckor) och meddelande 1964:18 (Radioaktiva ämnen; skyddsutrustning). Cirkuläret och sistnämnda meddelanden är inarbetade i föreliggande meddelande.

Vid omarbetningen har byrådirektör Sven Löfveberg vid statens strålskyddsinstitut medverkat.

Meddelandet utges i samråd med arbetarskyddsstyrelsen, civilförsvärsstyrelsen och statens strålskyddsinstitut och efter hörande av statens brandskola, svenska kommunförbundet, brandmännens riksförbund, svenska brandförsvärsföreningen, svenska försäkringsbolags riksförbund och AB Atomenergi.

Stockholm den 2 maj 1972  
STATENS BRANDINSPEKTION

Sven Hultqvist  
/Kennert Kempe

Statens Brandinspektion, Hantverkargatan 26<sup>1</sup>, 112 21 Stockholm. Tfn 08/54 17 85.

Skannat av Utkiken



# Innehåll

- 1 Radioaktivitet och radioaktiva ämnen 3
  - Materiens byggnad 3
  - Radioaktiva ämnen 5
- 2 Strålrisker 7
- 3 Användning av radioaktiva ämnen 9
  - Gammarradiografi 10
  - Nivåvakter och vätsketäthetsmätare 12
  - Ytviktsmätare 13
  - Radioaktiv lysfärg 15
  - Industriell forskning med radioaktiva ämnen 15
  - Medicinsk användning av radioaktiva ämnen 16
  - Strålsterilisering 17
  - Användning av radioaktiva ämnen inom undervisning och forskning 19
  - Militär användning 19
  - Industriellt uranarbete 19
- 4 Kärnreaktorer 20
  - Reaktorolyckor 21
  - Beredskapsåtgärder mot reaktorolyckor 23
- 5 Instrument för bestämning av radioaktivitet 24
- 6 Transport av radioaktiva ämnen 27
  - Transport av förbrukade bränsleelement 30
- 7 Förebyggande och skadeavhjälpande åtgärder 31
  - Förteckning över utrustning 34
  - Utrustningens användning och vård 35
- 8 Regler för brandkårens uppträdande vid och efter brand 35
  - Vid brand 35
  - Efter brand 37
- 9 Ordlista över strålningsfysikaliska begrepp 38
  - Summary in English 45

## Bilagor

- Bilaga 1 Exempel på strålskyddsföreskrift 46
- Bilaga 2 Varselmärkning 48
- Bilaga 3 Fraktsedel 51



# 1 Radioaktivitet och radioaktiva ämnen

## Materiens byggnad

All materia, såväl fasta kroppar som vätskor och gaser, består av ytterligt små byggstenar, atomer. I ett grundämne är alla atomer av samma slag. Några vanliga grundämnena är väte, syre, kol och järn. Kemiska föreningar är uppbyggda av flera olika grundämnena. Vattenmolekyler består av två väteatomer och en syreatom.

Atomerna har en diameter av någon tiomiljondels millimeter och en vikt av två till några hundra miljondels miljondels miljondels miljondels gram ( $10^{-24}$  gram).

En atom utgörs av en elektriskt positivt laddad kärna, omgiven av en eller flera negativt laddade elektroner. En elektriskt neutral atom har lika många elektroner som positiva laddningar i kärnan.

Atomens utsträckning kan sägas vara bestämd av de yttersta elektronbanorna runt kärnan. Atomkärnan upptar en mycket liten del av atomen. Kärnans diameter är ca en tiotusendel av hela atomen. Nästan hela vikten hos atomen är koncentrerad till kärnan. Elektronerna representerar mindre än en tusendel av atomens vikt.

Atomkärnorna består av protoner och neutroner. Protonens liksom neutronens massa (vikt) är ca 1 800 gånger så stor som elektronens. En proton har en positiv laddning, som är lika stor som elektronens negativa. Neutronen är elektriskt oladdad. En neutral atom har alltså lika många elektroner som kärnan innehåller protoner. Antalet protoner i kärnan bestämmer vilket grundämne atomen tillhör.

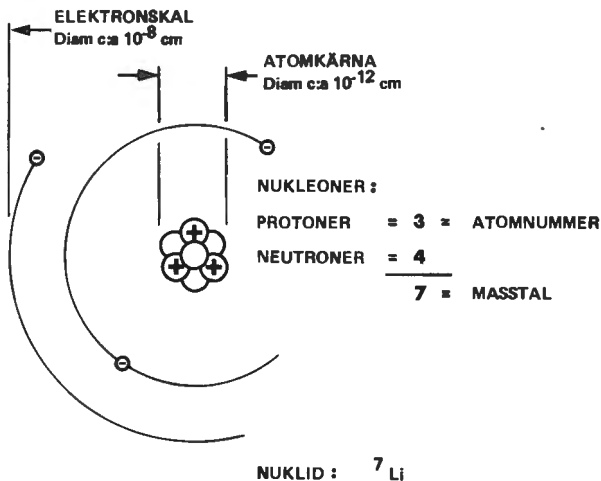
Om kärnan innehåller en proton är det en väteatom. Syreatomens kärna innehåller alltid åtta protoner.

Den tyngsta i naturen förekommande atomkärnan, den hos grundämnet uran, innehåller 92 protoner. Ett grundämnes atomnummer är lika med antalet protoner i kärnan. Väte har alltså atomnummer 1, syre 8 och uran 92.

Atomkärnorna innehåller i allmänhet minst lika många neutroner som protoner. Hos ett och samma grundämne kan antalet neutroner i kärnan variera. (Se figur 1.)

Atomer med lika många protoner men olika antal neutroner kallas isotoper.

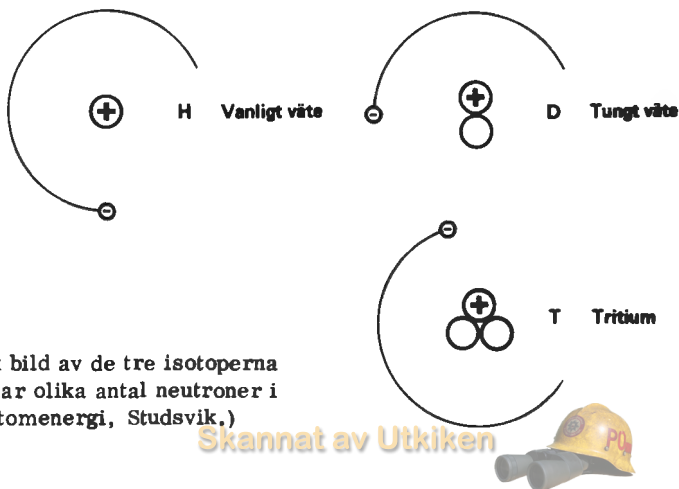




Figur 1. Schematisk bild av en litiumatom.  
(Från AB Atomenergi, Studsvik.)

Alla syreatomers kärnor innehåller 8 protoner, men antalet neutroner kan vara 8, 9 eller 10. Dessa syreatomer är tre isotoper av syre. Summan av antalet protoner och neutroner i kärnan är atomens masstal. De tre syreisotopernas masstal är därför 16, 17 och 18. De betecknas antingen med  ${}^{16}\text{O}$ ,  ${}^{17}\text{O}$ ,  ${}^{18}\text{O}$  eller syre-16, syre-17 och syre-18.

Även av väte förekommer isotoper; väte-1 vars atomkärna innehåller endast en proton, väte-2, deuterium (tungt väte), vars kärna består av en proton och en neutron, och väte-3, tritium, som har en proton och två neutroner i sin atomkärna. (Se figur 2.)



Figur 2. Schematisk bild av de tre isotoperna av väte. Atomerna har olika antal neutroner i kärnan. (Från AB Atomenergi, Studsvik.)



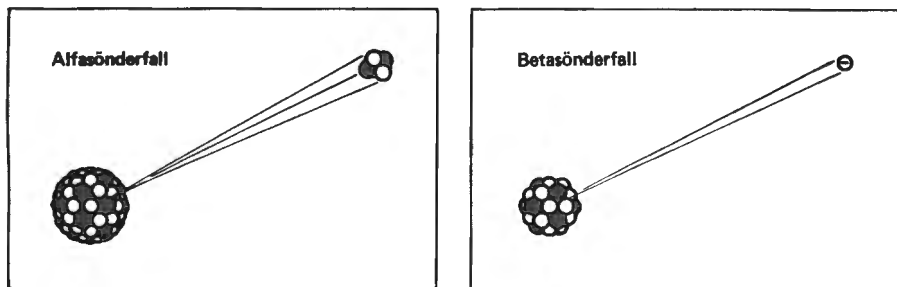
## Radioaktiva ämnen

Vissa isotoper är oföränderliga, stabila, medan andra är instabila. De instabila kallas radioaktiva och sönderfaller spontant. Den radioaktiva isotopen skiljer sig från motsvarande icke radioaktiva isotop endast därigenom att den kan sönderfalla. Så har t ex radioaktivt järn samma egenskaper som vanligt järn.

Vid ett sönderfall sänder ett radioaktivt ämne ut strålning i form av partiklar eller elektromagnetiska vågor. Atomerna och molekyler i strålningens väg blir elektriskt laddade, joniserade. Materien ändras därigenom både fysikaliskt och kemiskt. Strålslagen har större eller mindre förmåga att jonisera den materia de passerar genom. Joniserande strålning är därför en korrektere beteckning än radioaktiv strålning. De olika typerna av radioaktivt sönderfall ger upphov till alfastrålning, betastrålning och gammastrålning.

Alfastrålning ( $\alpha$ ) består av relativt tunga partiklar med två positiva elektriska laddningar. De är atomkärnor av ädelgasen helium utan yttre elektroner. De naturligt förekommande ämnena radium, torium och uran är alla alfastrålare liksom plutonium, som bildas i kärnreaktorer. Alfapartiklarna kan inte tränga igenom ett papper eller huden. (Se figur 3.)

Betastrålning ( $\beta$ ) består av elektroner. De allra flesta radioaktiva ämnen avger betastrålning, eventuellt kombinerad med gammastrålning. Beta-partiklarna har vanligen en räckvidd i luft av 2-3 m. I inget fall överstiger räckvidden 10 m. De tränger in någon centimeter i kroppen. De stoppas av en bräda eller tjockt plexiglas. Betastrålare är t ex strontium-90. (Se figur 3.)



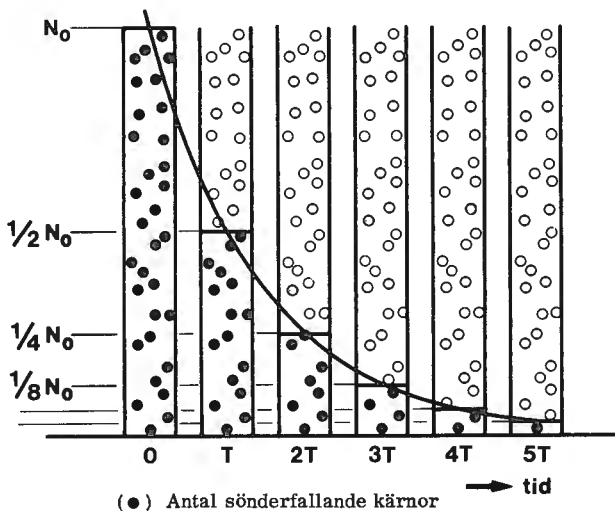
Figur 3. Vid alfasönderfall utsänder den sönderfallande atomen en partikel som består av två protoner och två neutroner. Vid betasönderfall utsänder den sönderfallande atomen en elektron.

**Gammastrålning** ( $\gamma$ ) är elektromagnetiska vågor som till sin karaktär är lik röntgenstrålning och synligt ljus. Detta strålslag karakteriseras genom sin energi; hög energi betyder hög frekvens och kort våglängd. Det absorberas inte lika lätt som de laddade partiklarna och inte lika fullständigt. Gammastrålningens räckvidd i luft är hundratals meter och den tränger rakt igenom kroppen. Det krävs tjocka skydd av t ex betong eller bly för att stoppa energirik gammastrålning.

Alfa- och betastrålare åtföljs ofta av gammastrålning. Det innebär att det för många alfastrålände ämnen är nödvändigt att även ta hänsyn till gammastrålning.

Man är intresserad av att veta hur många sönderfall som sker per tidsenhet i ett radioaktivt material. Detta bestämmer hur mycket strålning materialet kan sända ut, totalt och per tidsenhet.

Ett radioaktivt ämnes aktivitet avtar med tiden, och för varje isotop finns en karakteristisk sk halveringstid, efter vilken tid aktiviteten nedgått till hälften. Har man vid en viss tidpunkt 4 miljoner instabila kärnor, finns det det efter en halveringstid endast 2 miljoner kärnor kvar och efter ytterligare lika lång tid bara 1 miljon osv. Antalet sönderfall per tidsenhet går också ned med samma halveringstid. Halveringstiden, som starkt varierar för de olika radioaktiva isotoperna, är exempelvis för kobolt-60 5,3 år, för strontium-90 28 år, för radium-226 1 620 år och för plutonium-239 24 100 år. (Se figur 4.)



Figur 4. Den tid som det tar för aktiviteten att sjunka till hälften kallas halveringstid ( $T$ ). Efter två halveringstider har aktiviteten sjunkit till en fjärdedel osv. (Från AB Atomenergi, Studsvik.)



Aktiviteten hos ett radioaktivt preparat anges i enheten curie (Ci). En curie är lika med 37 miljarder sönderfall per sekund. Aktiviteten hos ett gram radium är ungefär en curie. Enheten millicurie (mCi) är tusendelen av en curie och motsvarar 37 miljoner sönderfall per sekund.

Radioaktiviteten som sådan kan inte ge anledning till en brands uppkomst. Radioaktiviteten kan inte heller förstöras eller påverkas av eld. Branden kan däremot ändra ett radioaktivt ämnes tillståndsform, så att det i form av gas, rök eller aska blir mera lättroligt och därmed kan spridas och förorsaka skada.

## 2 Strålrisker

Man skiljer på två typer av bestrålning, extern (yttre) och intern (inre).

En person utsätts för extern strålning, om han uppehåller sig i närheten av ett beta- eller gammastrålande preparat, som är otillräckligt avskärmat. Han erhåller därvid en stråldos, vars storlek är beroende av dels hur lång tid han uppehållit sig nära strålkällan, dels strålintensiteten.

Enheten för en stråldos är rad (rad). Stråldosen är ett uttryck för den energi som avgetts till kroppen. Energin upptas av molekyler som därvid ofta joniseras. En stråldos på en rad avger till kroppen 0,01 joule/kg (100 erg/g).

På grund av svårigheten att mäta den verkliga energiavgivelsen i en kropp uppskattar man ofta stråldosen genom att mäta den jonisation som strålningen förorsakar i luft. Man mäter då den strålning som kroppen exponeras för och inte bara den del som absorberas. Den då mätta storheten, expositionen, anges i enheten röntgen (R). Vid expositionen av en röntgen frigörs i luft genom jonisation en elektrostatiske enhetsladdning av vardera tecknet per kubikcentimeter. Röntgenenheten ger inte något mått på den verkliga dosen utan anger hur mycket stråleenergi som träffar kroppen och finns tillgänglig för absorption. Man kan förenklat säga att expositionen av en röntgen ger en stråldos av en rad.

En ungefärlig uppfattning om sambandet mellan aktivitet uttryckt i curie och expositionen uttryckt i röntgen får man ur det förhållandet att vistelse under 1 timme på 1 meters avstånd från 1 curie av ett gammastrålande ämne ger ungefär 1 röntgen. Minskas avståndet till 0,5 meter, erhålls på samma tid expositionen 4 röntgen. Minskas avståndet till 1 dm, erhålls på samma tid 100 röntgen och minskas avståndet till 1 cm, erhålls på



samma tid 10 000 röntgen. Ökas avståndet till 2 meter, blir expositionen 0,25 röntgen. Ökas avståndet till 4 m, blir expositionen 1/20 röntgen. Av ovanstående framgår hur viktigt det är att undvika direktkontakt med strålkällan. Direktkontakt med en strålkälla under endast någon minut kan sålunda förorsaka lokal strålskada. Strålningsintensiteten avtar nämligen liksom ljusets intensitet med kvadraten på avståndet. En ökning av kvantiteten strålände material och därmed av aktiviteten till det dubbla ökar även expositionen till det dubbla.

Det finns tillförlitliga uppgifter om hur stora doser man kan utsätta sig för utan att ta skada. Att överskrida dessa gränser medför risk för skador, varvid risken för blodsjukdomar anses vara den största. Det är att märka att dessa skador kan uppträda många år efter det att bestrålningen har skett. Av stor betydelse är också den s k kumulativa verkan, varmed menas att många strålningsdoser, erhållna under en längre tidsperiod, i viss utsträckning samverkar.

De säkerhetsföreskrifter som finns är avsedda för personal, som mer eller mindre regelbundet måste utsätta sig för strålning i sitt arbete. Dessa säkerhetsföreskrifter måste, på grund av den kumulativa verkan, vara baserad på förutsättningen att personen i fråga under hela sin verksamma tid skall kunna utsättas för den högsta tillåtliga strålningsnivån utan att löpa risk för skada. Med iakttagande av detta har man numera kommit fram till att personal i radiologiskt arbete i genomsnitt inte får utsättas för mer än högst 5 rad per år, dvs 0,1 rad per vecka.

Det finns inte några särskilda bestämmelser om högsta tillåtna doser för sådana yrkeskategorier som normalt inte kommer i kontakt med strålning men som vid enstaka tillfällen kan bli tvungna att ingripa på platser, där de kan komma att utsättas för strålning. Man bör räkna sådan person som en individ av hela befolkningen och för dessa finns rekommendation att ingen skall utsättas för mer än 0,5 rad/år. För brandmännens del torde man emellertid kunna räkna med att man normalt kan vidta sådana försiktighetsåtgärder att persondoserna kan ytterligare begränsas.

Mera svårartade situationer kan naturligtvis inträffa. Någon formell övre gräns för den årliga stråldosen annat än den som gäller för personer i radiologiskt arbete finns då inte. Det är dock mycket osannolikt att brandpersonal annat än undantagsvis kan utsättas för betydande strålexponering. Av större praktisk betydelse än den årliga dosgränsen är den gräns som därutöver gäller för kvartalsdosen och därmed också för tillfälliga, medvetet ådragna, korttidsexponeringar för strålning. Denna gräns är 3 rad.

Vid nödsituationer som kräver tillfälliga insatser som kan innebära ännu





högre stråldoser medger gällande regler stråldoser upp till 10 rad. Så höga engångsdoser kan tolereras endast om situationen är synnerligen sällsynt och insatsen gäller räddandet av människoliv eller stora ekonomiska värden. Den som utsätts för engångsdoser överstigande 3 rad bör inte vidare utsättas för sådana nödsituationer om han genom liknande överexponeringar totalt utsätts för en ackumulerad stråldos av 25 rad. Denna regel har tillkommit för att skydda personer i radiologiskt arbete att alltför många gånger utsätts för exponeringar som vid varje tillfälle bedöms unika.

Höga stråldoser till följd av olyckshändelser eller från medicinska undersökningar eller behandlingar bör inte påverka vad som ovan sagts. Fri-

villiga insatser för räddandet av människoliv i svåra nödsituationer bör endast ske under full medvetenhet om riskerna från mycket höga stråldoser. Engångsdoser överstigande 100 rad medför påtaglig risk för strål-skada och doser överstigande 200 rad medför livsfara.

För intern strålning utsätts man om man t ex genom inandning av radioaktivt damm fått radioaktiva ämnen upplagrade i kroppen. Den grundläggande biologiska verkan av strålningen är densamma i detta fall som vid den externa bestrålningen, men på grund av den intima kontakten mellan vävnaden och det radioaktiva ämnet fordras små mängder för att personer skall få doser som allvarligt ökar risken för skador. Detta gäller framför allt sådana radioaktiva ämnen, som har lång halveringstid och sådan kemisk beskaffenhet att utsöndringen ur kroppen är långsam. Till denna grupp av ämnen hör radium-226, plutonium-239 och strontium-90.

Medan man sålunda vid extern bestrålning endast är exponerad under den tid man befinner sig i strålningsfältet kan man bli utsatt för intern bestrålning under årtal efter det att ett radioaktivt ämne, t ex genom en olyckshändelse, kommit in i kroppen.

Den naturliga bakgrundstrålningen finns alltid och den ger ca 0,1 rad/år.

### 3 Användning av radioaktiva ämnen

Användningen av radioaktiva ämnen har under de senaste decennierna ökat starkt. Radioaktiva ämnen är vanliga inom många verksamhetsfält. Användningsområdena är starkt skiftande. De kvantiteter radioaktiva ämnen som används i olika fall varierar också kraftigt. I flertalet fall är mängderna så små, att de inte utgör något extra faromoment vid brand. Tyvärr är det inte möjligt att dra en skarp gräns mellan vad som i detta sam-



manhang har och inte har betydelse ur brandsynpunkt. Nedanstående översikt över användningsområdena torde kunna vara en vägledning.

### Gammarradiografi

Sedan länge har röntgenstrålning använts för materialkontroll. Gamma-radiografien är en utbyggnad av denna teknik. Man använder den genomträngande gammastrålningen från kraftiga radioaktiva preparat av små dimensioner för genomlysning av material. Ojämnheter och felaktigheter i materialet registreras på en fotografisk film. De isotoper som används för detta ändamål är kobolt-60 samt i liten utsträckning cesium-137. Preparatstyrkan (aktiviteten) ligger här inom området 1-5 Ci för kobolt-60, 5-30 Ci för iridium-192 och ca 1 Ci för cesium-137. Strålkällan utgörs av aktiverad kobolt- eller iridiummetall resp ett cesiumsalt. Volymen av den aktiva delen är i samtliga fall mycket liten; dimensionen är ca 2 x 2 x 2 mm. Strålkällan är inkapslad i en behållare av rostfritt stål ca 30 mm lång och med diametern 6-8 mm.

När strålkällorna inte används, förvaras de i strålskärmar av bly eller uran kapslat i stål. Strålskärmar i sin tur förvaras som regel i särskilda med varningsskyltar markerade förvaringsutrymmen. Moderna strålskärmar tjänstgör samtidigt som exponeringsbehållare, dvs de är försedda med anordningar att i slang eller rör förflytta strålkällan från behållaren till exponeringsläget. Äldre strålskärmar, som egentligen endast är en behållare med lock eller propp av enklaste slag, har mycket liten användning. Vid exponering är givetvis strålintensiteten hög närmast strålkällan, och föreskrivna avspärningar med varningsskyltar måste göras. Av intresse i detta sammanhang är att exponeringstiderna ibland är långa (2-3 tim) och att exponering kan förekomma på verkstäderna nattetid. Exponering utan direkt övervakning får endast ske i speciellt iordningställda, strålavskärmade lokaler. (Se figur 5.)

Gammarradiografipreparaten är samtliga av sådan farlighetsgrad att hänsyn måste tas till dem vid brandsläckning.

Om strålkällan vid ett brandtillfälle inte används och alltså befinner sig i förvaringsutrymmet, föreligger fara endast om strålskärmen smält. Används strålkällan, är den ofullständigt avskärmad, varvid som ovan nämnts varningsskyltar och avspärningsanordningar finns på platsen. Man måste emellertid räkna med att dessa anordningar kan ha förstörts av branden.

Strålningen från en oskärmad strålkälla kan ge släckningspersonalen höga stråldoser. En helt oskyddad strålkälla ger nämligen på 1 m avstånd en exposition av ca 10 röntgen per timme.





Figur 5. Gammaradiografianläggning. Den radioaktiva strålkällan förvaras i den blyskärm, på vilken manöverkabeln håller på att monteras. Vid exponeringen ligger strålkällan i stativet intill cisternen. (Från Tekniska Röntgencentralen, Stockholm.)

Om strålkällan skadas i samband med brand och det radioaktiva ämnet sprids ut, innebär detta en allvarlig risk. Andningsskydd med säkerhetstryck är nödvändigt och nedsmutsning, kontaminering, av huden måste förhindras. En viss kontaminering av skor och kläder kan tillåtas, men det är av stor vikt att strålmätningar görs så tidigt som möjligt för att bestämma kontamineringens omfattning.

Några företag utövar ambulerande kontroll- och undersökningsverksamhet med gammaradiografi. Dessa företag bör till brandchefen på orten anmäla sådan verksamhet även om den är kortvarig. Företagsledningen vid de berörda företagen bör tillse att normerade skyltar används och att apparaturen, då den inte är i bruk, förvaras på ur brandskyddssynpunkt godtagbar plats. Även de fordon, vari de radioaktiva strålkällorna transporteras, skall vara försedda med skyltar.

Antalet gammaradiografianläggningar i Sverige var 1972 ca 50.

Skannat av Utkiken



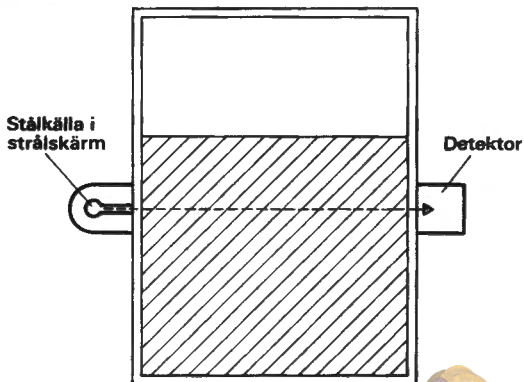
## Nivåvakter och vätsketäthetsmätare

Gammastrålkällor används för mätning av vätskors densitet och för indikering av vätskenivåer i olika slags behållare, där konventionella nivå-mätare inte kan användas exempelvis på grund av högt tryck, hög temperatur eller korroderande miljö. Strålkällan är här fast monterad i en strålskärm fylld med bly. Strålskärmen monteras på behållarens utsida, så att den antingen är fixerad eller skjutbar i vertikalt led utefter denna. Strålskärmen är avpassad efter strålkällans aktivitet för att begränsa strålningen. Genom en kanal i strålskärmen, i riktning mot detektorn på motstående sida av behållaren, går gammastrålningen oförsvagad ut i ett smalt strålnippe. Ju mer strålnippet absorberas av innehållet i behållaren, desto mindre strålning registreras av detektorn. Strålskärmen har en manöverbar slutare, så att strålningen i strålriktningen skall kunna avskärmas. (Se figurerna 6 och 7.)



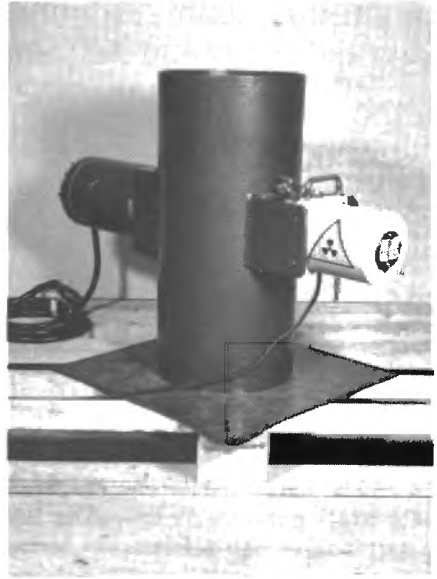
Figur 6 a.  
Cistern med tre nivåvakter

Figur 6 b. Principskiss för en nivåvakt. Strålkällan är placerad i en strålskärm av bly. Genom en kanal i strålskärmen går strålningen ut mot detektorn. Om nivån i cisternen sjunker under strålnippet registrerar detektorn högre strålintensitet och ger larm.



Skannat av Utkiken





Figur 7. En vätsketäthetsmätare fungerar i princip på samma sätt som en nivåvakt. Detektorn registrerar här förändringar i absorption av strålknippen och därmed också förändringar i tätheten hos den vätska som strömmar förbi mätaren.

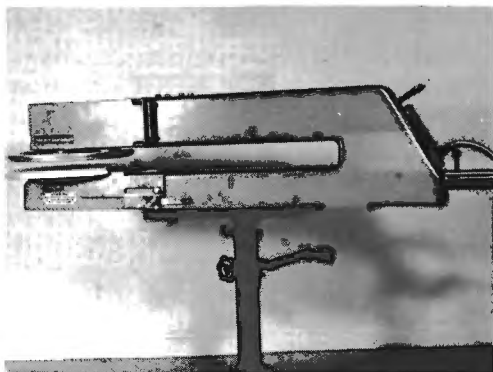
Nivåvakter med radioaktiva strålkällor används vid exempelvis ångpannor, massakokare och silos för cement och flis. Strålkällorna innehåller vanligen kobolt-60 eller cesium-137 med aktiviteter i regel under 200 millicurie, men aktiviteter upp till 1 000 millicurie förekommer. Strålkällornas aktivitet är alltså väsentligt mindre än de som används för gamma-radiografi.

Vid industriella installationer av utrustning med radioaktiva strålkällor skall en strålskyddsföreskrift finnas tillgänglig. Denna strålskyddsföreskrift innehåller viktig information såväl om strålkällan som om utrustningens konstruktion. Strålskyddsföreskriften skall därför skaffas fram vid brand. (Se även exempel i bilaga 1.)

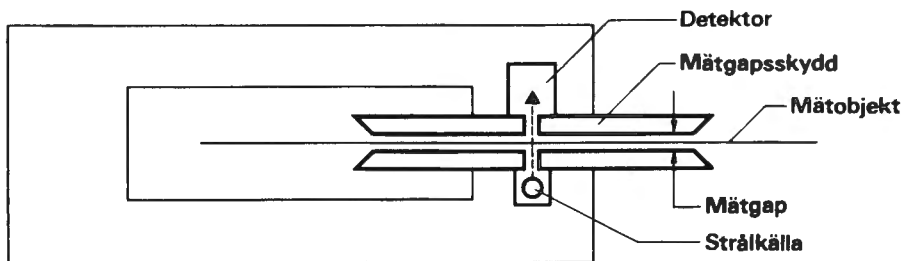
Antalet nivåvakter och vätsketäthetsmätare i Sverige 1972 var ca 1 200.

#### Ytviktsmätare

I ytviktsmätare med radioaktiva strålkällor används vanligen något av de betastrålände radioaktiva ämnena tallium-204, strontium-90 och krypton-85 eller det gammastrålände ämnet americium-241. Principen för ytviktsmätning är att den från strålkällan utsända strålningen passerar genom mätobjektet och träffar en på andra sidan placerad stråldetektor. Strålkällan och detektorn kan även vara placerade på samma sida om mätob-



Figur 8 a. Ytviktsmätare för fast montage vid tillverkning av papper, plast eller plåt.



Figur 8 b. Principskiss för en ytviktsmätare. Strålningen från strålkällan passerar genom mätobjektet och träffar detektorn på andra sidan. Detektorns utslag är beroende av tjockleken hos mätobjektet.

jektet och då mäts den strålning som reflekteras. Detektorns utslag är beroende av mätobjektets tjocklek. (Se figur 8.)

Ytviktsmätare förekommer allmänt som fast monterade mätutrustningar vid tillverkning av papper, plast, plåt o d.

När mätarna inte används, kan strålningen avskärmas med hjälp av en slutaranordning.

På grund av att betastrålningen lätt absorberas, är det inte möjligt att in-kapsla dessa preparat så väl som vad fallet är för gammapreparaten. Det betastrålande materialet fixeras av ett metallfolium, så att det normalt inte kan frigöras.



Det radioaktiva materialet i gammastrålkällorna fixeras i ett keramiskt material för att förhindra bl a dammbildning om strålkällan skulle skadas. Därefter innesluts det radioaktiva materialet i en metallkapsel.

Strontium-90 och americium-241 är farliga om de t ex genom inandning införs i kroppen. Strontium-90 söker sig då till benstommen och avsöndras mycket långsamt därifrån. De övriga radioaktiva ämnena är mindre farliga, om de kommer in i kroppen. Andningsapparater med säkerhetstryck skall användas vid brandsläckning.

Även om strålkällan i en ytviktsmätare förblir oskadad, finns viss risk för extern bestrålning. När det gäller en engångsbestrålning föreligger fara endast om man kommer i omedelbar närhet av eller i direktkontakt med strålkällan.

De strålkällor som används i ytviktsmätare har en aktivitet mellan 5-1 000 mCi men flertalet ligger under 50 mCi. Om en ytviktsmätare med en strålkälla av krypton-85 skadas vid brand, strömmar den radioaktiva gasen ut. Detta innebär inte något allvarligt problem, eftersom gasen ventileras ut. Det stora antal ytviktsmätare med talliumstrålkällor som används vid pappersbruk innebär inte någon väsentlig risk vid brand.

Ytviktsmätare som innehåller strålkällor med större mängder strontium-90 och americium-241 innebär en viss risk vid brand. Brandchefen bör hålla sig underrättad om i vilka industrier dessa ytviktsmätare finns. Strålskyddsföreskrifter skall finnas. Se Nivåvakter och vätsketäthetsmätare, s 12.

Antalet ytviktsmätare var 1972 550 st.

### Radioaktiv lysfärg

Påläggning av radioaktiv lysfärg sker i allmänhet i så obetydlig omfattning att denna verksamhet inte syns innebära några problem. Om lysfärgen innehåller radium är det risk för intern bestrålning, som måste beaktas. För närvarande utbyts successivt lysfärg med radium mot lysfärg som innehåller tritium. Därigenom minskas riskerna för bestrålning i samband med brandbekämpning.

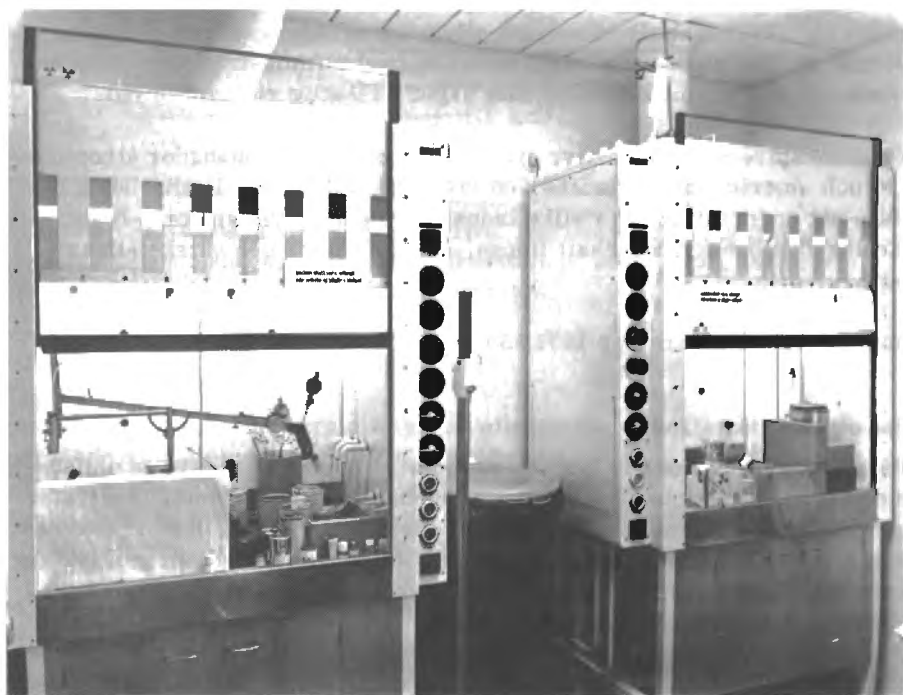
### Industriell forskning med radioaktiva ämnen

Radioaktiva ämnen har tagits i bruk för industriell forskning, i första hand för studium av tillverkningsprocesser, maskindelarar nötning o d. Sådana undersökningar har ofta engångskaraktär, och förfarandet varierar

rar från fall till fall. De använda aktiviteterna har hittills inte varit så stora att de motiverat speciella säkerhetsåtgärder i avseende på brandskyddet. Lokaler i vilka radioaktiva ämnen förvaras skall vara tydligt skyltade.

### Medicinsk användning av radioaktiva ämnen

Inom medicinen används radioaktiva ämnen dels för diagnostik och dels för terapi. Isotopdiagnostik och isotopterapi förekommer vid många sjukhus. Aktivitetsmängderna som förvaras vid isotoplaboratorierna kan vara stora. De aktiva ämnena skall förvaras väl skyddade och noggrant skyltade. Försiktighet bör iaktas vid brandbekämpning i isotoplaboratorier. Andningsskydd med säkerhetstryck skall användas. Vid sjukhusen finns sakkunnig personal som bör tillkallas. (Se figur 9.)



Figur 9. Isotoplaboratoriet vid radiumhemmet i Stockholm. I dragskåp och på arbetsbänkar kan relativt stora aktiviteter av radioaktiva ämnen förvaras. I blyburkar och bakom blyskärmen står kärl med aktivt material, ofta flytande.







Figur 10. I bestrålningshuvudet på en sk koboltkanon kan förvaras flera tusen curie kobolt-60. Det ligger väl inkapslat inne i en strålskärm.

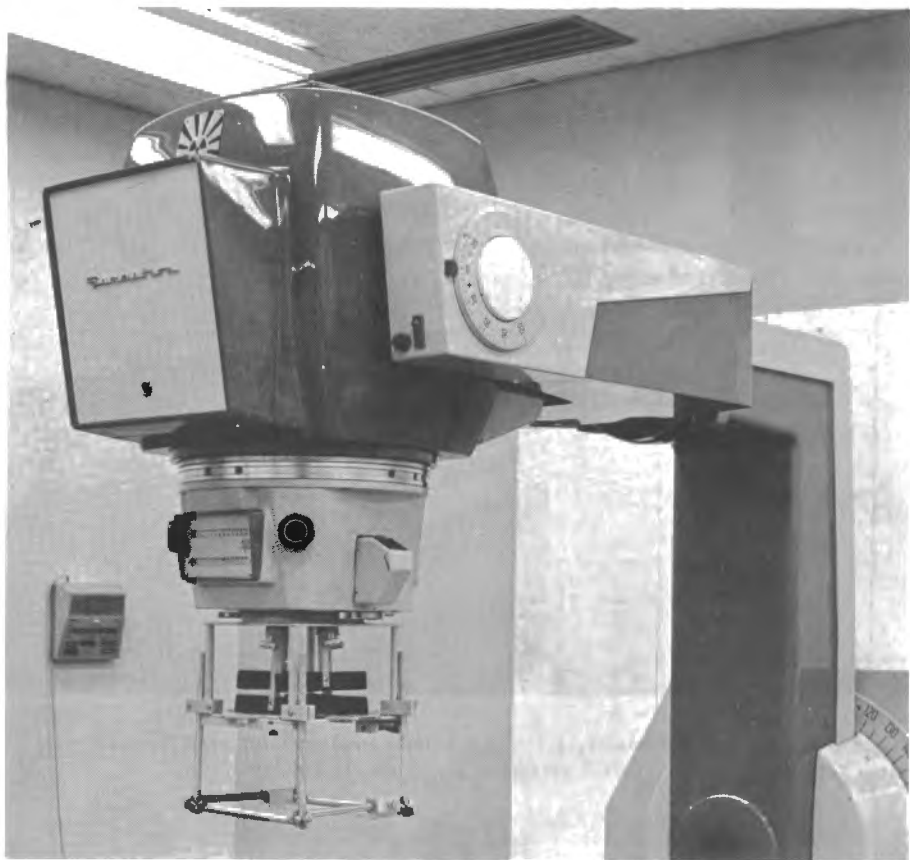
De aktiviteter som används vid radioterapi är däremot mycket stora. Det finns sålunda bestrålningsapparater innehållande 6 000 Ci kobolt-60, dvs med en aktivitet som är ca 1 000 gånger högre än den ett normalt gammarradiografipreparat innehåller. Om brand uppstår här och strålskärmen skadas, kommer man att ställas inför mycket besvärliga problem. Vanligen har emellertid konstruktören sökt förebygga denna eventualitet. Bestrålningsapparater på sjukhus är dessutom placerade i utrymmen med kraftiga betongväggar och där brännbar inredning är minimal. I praktiken bör dessa apparater därför normalt inte ge upphov till några större problem ur brandsläckningssynpunkt. (Se figurerna 10 och 11.)

### Strålsterilisering

För sterilisering av bl a medicinska produkter kan strålningen från radio-

Skannat av Utkiken





Figur 11. Ett behandlingsrum innehåller förutom behandlingsapparat med strålkällan en del brännbar inredning. Väggarna är däremot oftast av metertjock betong.

aktiva ämnen eller acceleratorer användas. I Sverige finns f n (1972) två anläggningar för strålsterilisering: en i Skärhamn och en i Rotebro. I ena fallet steriliseras engångsmateriel av typen plasthandskar, injektionssprutor och liknande, och i den andra kirurgisk materiel. Anläggningarna är dimensionerade för upp till 1 000 000 Ci kobolt-60. Det radioaktiva ämnet är omgärdat av kraftiga strålskärmar av betong eller vatten. Brand i lagerutrymmen och andra lokaler utanför steriliseringsrummet kan bekämpas på vanligt sätt. Brand i steriliseringsrummet får endast släckas med automatiska släckanordningar.

Skannat av Utkiken



## Användning av radioaktiva ämnen inom undervisning och forskning

Variationerna i fråga om den aktivitet, som används inom undervisning och forskning är mycket stora. Flertalet vetenskapliga institutioner innehar endast obetydliga mängder. Några fysik- och kemiinstitutioner arbetar emellertid regelbundet med stora mängder radioaktiva ämnen. Dessa arbeten kan i vissa fall vara kombinerade med experiment där brandfarliga ämnen används, exempelvis paraffin i avsevärda mängder. Det är viktigt att särskild hänsyn tas till brandriskerna i dessa fall.

Bestrålningsskärmar innehållande preparatstyrkor i 1 000 curie-klassen finns installerade vid några vetenskapliga institutioner. Om dessa apparaters konstruktion för att förhindra skador på strålskärmen i händelse av brand gäller i princip vad som ovan sagts om de medicinska apparaterna. Förvaringslokalerna är här dock inte alltid av lika brandsäkert slag. Ett bedömande av apparaternas placering bör här göras med hänsyn till apparaturens farlighet vid brand.

## Militär användning

I den militära utbildningen används två olika preparat. Det ena består av natrium-24 med 15 timmars halveringstid och används för saneringsövningar. Den korta halveringstiden nödvändiggör leverans i omedelbar anslutning till övningsstillfället och lagring under längre tid än två till tre dagar kan inte ifrågakomma. Det andra preparatet innehåller ca 0,4 Ci kobolt-60. Ca 10 st finns vid praktiskt taget varje regemente eller motsvarande. Från risksynpunkt är koboltpreparaten jämförliga med industris gammaradiografpreparat.

## Industriellt uranarbete

Utvinning och bearbetning av uran i samband med atomenergiverksamheten förekommer vid några industrier. Uran i stora kvantiteter förvaras där.

Uran är ett radioaktivt ämne som har en mycket låg aktivitet per viktsenhet. Den externa strålningen är måttlig och medför inte någon farlig dos för den som endast under släckningsarbetet vistas i närheten av uranpreparat. Den externa bestrålningen är därför här utan betydelse för brandpersonalen. Man måste däremot skydda sig mot inandning av urandamm, vilket har en kemisk giftverkan av ungefär samma slag som blydamm. Skyddsåtgärden i detta fall är ett fullgott andningsskydd med säkerhetstryck. Uranmetallen är pyrofor. Risken för spontan antändning av uran bör därför beaktas.



## 4 Kärnreaktorer

Enligt 1956 års atomenergilag fordras tillstånd för att bygga, äga eller driva kärnreaktorer. I tillståndet föreskrivs de villkor, som anses erforderliga ur säkerhetssynpunkt.

De utsläpp av radioaktiva ämnen som maximalt tillåts från kärnreaktorerna bestäms av statens strålskyddsinstitut. Bedömningen av skydds- och förläggningsfrågorna med hänsyn till anläggningens säkerhet och konsekvenserna av en eventuell olycka behandlas av delegationen för atomenergifrågor.

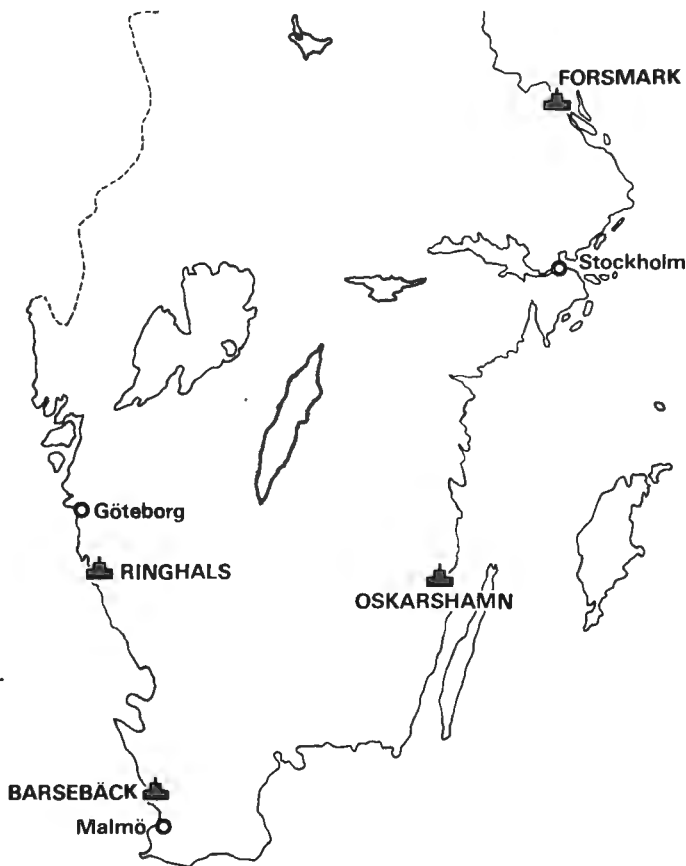
Tabell 1. Kärnreaktorer.

Reaktor	Ändamål	Beräknas tas i drift
I drift		
R2, Studsvik, Nyköping	Forskning	-
R2-O, Studsvik, Nyköping	Forskning	-
KRITZ, Studsvik, Nyköping	Forskning	-
Ågesta kraftvärmeverk, Stockholm	Värme- och elproduktion	-
Oskarshamnsverket, aggregat 1	Elproduktion	-
Under byggnad		
Ringhals, Värö aggregat 1 och 2	Elproduktion	1973
Barsebäck, aggregat 1	Elproduktion	1975
Oskarshamnsverket, aggregat 2	Elproduktion	1975
Forsmark, aggregat 1	Elproduktion	1978
Planerade		
Ringhals, Värö, aggregat 3	Elproduktion	(1978)
Inte placerat	Elproduktion	(1978)
Inte placerat	Elproduktion	(1980)

Figur 13 visar kärnkraftverket i Oskarshamn.

Skannat av Utkiken





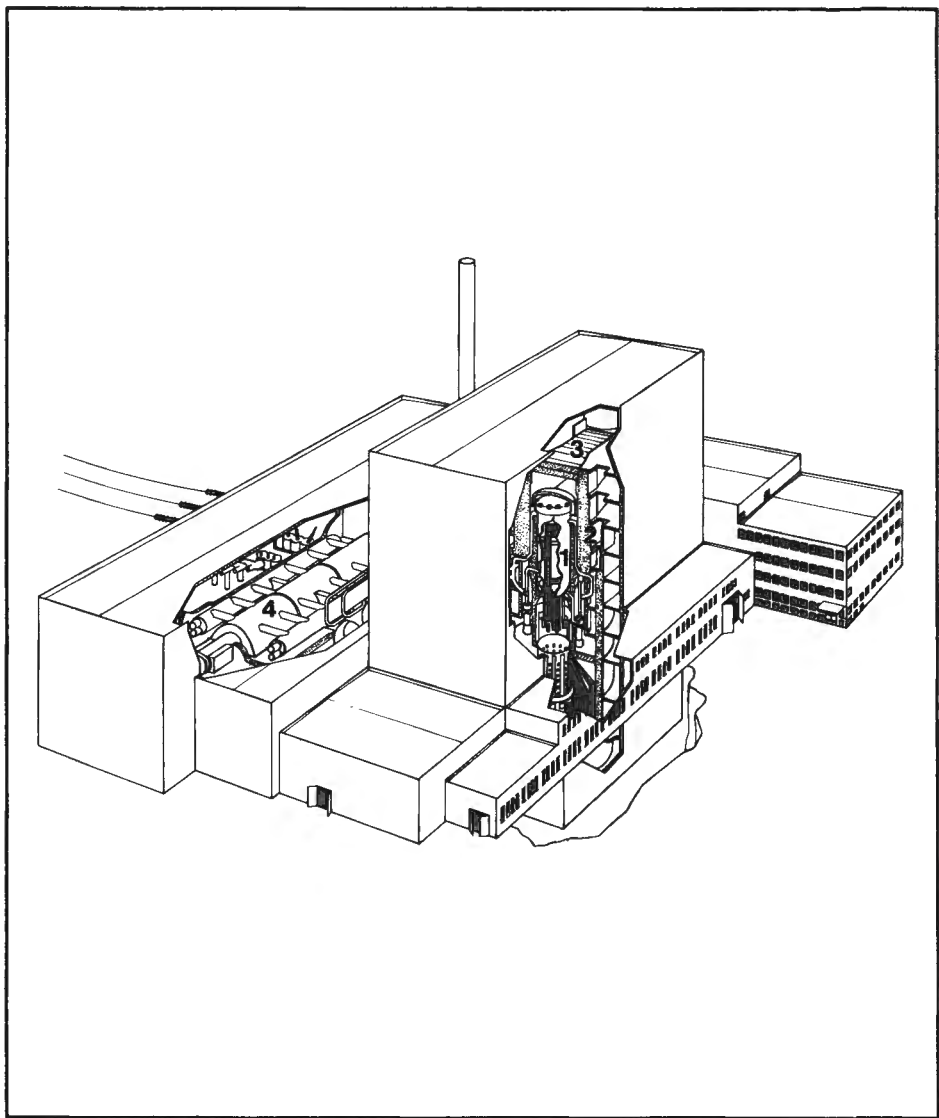
**Figur 12.**  
Karta som visar de orter där kärnkraftverk för närvarande drivs och byggs.

### Reaktorolyckor

En kärnreaktor som har varit i drift en tid innehåller mycket stora mängder radioaktiva ämnen. Om dessa plötsligt sprids i omgivningen skulle resultatet bli höga strålnivåer. I ett bebyggt område skulle detta innebära en katastrofsituation med risk för akuta strålskador och dödsfall.

En vanlig kraftreaktor med lätt anrikat uran kan inte explodera nukleärt, dvs uppföra sig som en atombomb. En olycka med aktivitetsspridning kan däremot tänkas inträffa om reaktorbränslet blir överhettat genom att kylningen upphör på grund av rörbrott. Kraftreaktorerna är försedda med dubblerade nödkylsystem och andra säkerhetssystem. Den mest sannolika följden av ett ledningsbrott blir endast ett frigörande av den aktivitet som fanns i det cirkulerande vattnet. Det skulle kunna leda till spridning av högst något 10-tal curie jodisotoper. Plötsliga brott på bränslepatroner kan också tänkas leda till mätliga utsläpp framför allt av de inneslutna





Figur 13. Skiss över Oskarshamnsverket.

- 1 Reaktortanken som innehåller det radioaktiva materialet
- 2 Inneslutningen som skall förhindra läckage av radioaktiva ämnen vid ett haveri
- 3 Strålskyddslock
- 4 Turbinen



ädelgaserna. Sådana tillbud kan i viss mån betraktas som variationer av den normala driftsituationen.

Om kylningen trots säkerhetssystemen helt skulle upphöra finns det risk för att reaktorhärden delvis smälter ner. Vid en sådan olycka frigörs i värsta fall alla radioaktiva ädelgaser och alla lättflyktiga ämnen, framför allt radioaktiv jod. Dessa ämnen kommer i första hand ut i det inneslutningskärl som omger reaktortanken och som har till uppgift att kvarhålla läckage vid ett haveri. Inneslutningskärl är konstruerat att tåla de tryck som frigjord gas och ånga ger upphov till vid ett haveri. Det skall ha en täthet som hindrar att mer än 1 % av den inneslutna gasen kan läcka ut per dygn till reaktorbyggnaden.

Vid den svåra olycka som här beskrivs skulle några miljoner curie ädelgaser och några tusen curie jodisotoper kunna tränga ut i reaktorhallen. Den normala ventilationen stängs automatiskt vid en olycka. För att hindra att de aktiva gaserna tränger ut annat än genom skorstenen, håller man ett undertryck genom att låta ett måttligt luftflöde gå ut genom skorstenen. Därigenom dras aktiviteten genom skorstenens filter, som absorberar det mesta av jodisotoperna men släpper igenom ädelgaserna. Utsläppet kommer troligen att ske under åtskilliga dygn, varunder några miljoner curie ädelgaser och högst några hundra curie jodisotoper kommer att spridas till omgivningen i vindriktningen. Ämnen som inte är gasformiga eller flyktiga kommer att stanna kvar i inneslutningskärl.

Skulle mot all förmodan en katastrof inträffa sker den troligen utan andra märkbara tecken än en föga uppseendeväckande spridning av radioaktiva ämnen i vindriktningen från reaktorn. Om de konsekvenshindernde systemen inte fungerar, kan aktiviteten bli så hög att strålnivån innebär direkt livsfara för dem som oskyddat exponeras för de radioaktiva gaserna. Risken ligger framför allt i inandning av de icke-gasformiga ämnen, som eventuellt kan ha läckt ut trots alla filter. Höga stråldoser av gammastrålning från den radioaktiva atmosfären och strålning från nedfall på marken innebär även risk för skada. På längre sikt kan också betande kreatur skadas och deras mjölk förorenas med jod-131 i sådan utsträckning att det innebär en påtaglig risk att förtära den.

### Beredskapsåtgärder mot reaktorolyckor

Om en katastrof drabbar ett kärnkraftverk träder samhällets katastrofinsatser i funktion. Länsstyrelsen har det omedelbara ansvaret för åtgärderna. Till sitt förfogande har länsstyrelsen personal som har övats för katastrofsituationer och dessutom länets vanliga katastroforgan, såsom polis och brandkår. Vid reaktorolyckor som medför överhängande



fara för allmänheten kan länsstyrelsen också tillkalla experter från kommissionen för rådgivning vid atomolyckor (KRA), som har nära kontakt med atomenergidelegationen och strålskyddsinstitutet. Denna kommission utgörs av ett antal experter, som snabbt kan nås om en olycka inträffar. KRA har ingen administrativ funktion och kan endast kallas in av länsstyrelsen och ett fåtal andra instanser. Vid reaktorer finns egna beredskapsorganisationer. Dessutom kan AB Atomenergi i Studsvik ställa resurser till förfogande.

Om länsstyrelsen finner att katastrofen innebär strålrisker för allmänheten har den att handla enligt en särskilt förberedd beredskapsplan. Enligt "lagen om strålskyddsåtgärder vid olyckor i atomanläggningar m m" (SFS 1960:331) skall nämligen länsstyrelse i län som Konungen bestämmer upprätta en beredskapsplan "avseende de åtgärder som erfordras för att skydda allmänheten mot radioaktiva ämnen från atomanläggning".

Länsstyrelse har att i samråd med strålskyddsinstitutet utarbeta en beredskapsplan som omfattar detaljerade anvisningar. Beredskapsplanen skall innehålla kontroll av vilka som uppehåller sig inom olika zoner av området, varning av allmänheten, utrymning, mätning av strålintensiteten enligt ett fastställt schema, etc. Beredskapsplanen anger hur polis, brandkår och kustbevakning skall agera, var mätinstrument finns tillgängliga, vilka vägar som skall avspärras eller avpatrulleras m m. Planen innehåller dessutom en inventering av antalet personer i olika zoner efter riktning och avstånd från reaktorn, samt över kreatursbeståndet i området. Kopior av beredskapsplanerna finns hos KRA och strålskyddsinstitutet för att underlätta rådgivningen.

## 5 Instrument för bestämning av radioaktivitet

Eftersom joniserande strålning inte kan uppfattas av våra sinnen, måste man ha känsliga instrument för att mäta den. Inte ens mycket kraftig strålning lägger man märke till, förrän skadan redan är skedd.

Två typer av instrument är lämpliga att användas vid brand. Det ena mäter strålningen per tidsenhet (intensiteten) på den plats där man befinner sig. Det andra instrumentet, dosimetern, används för att registrera den exposition som bäraren blivit utsatt för.

Strålningen per tidsenhet mäts med en intensimeter. (Se figur 14.) På denna kan man på en skala avläsa den strålintensitet, som för tillfället

Skannat av Utkiken







Figur 14.  
Intensimeter 21. Mätinstrument  
som anger strålning per tids-  
enhet.

råder invid instrumentets "känsl"-organ. Vissa instrument är försedda med akustisk signal.

Intensimetrar är lämpliga för att mäta den strålning som finns i lokalen och på andra platser. Ur mätvärdet kan man beräkna, hur länge man utan risk kan vistas där. Visar instrumentet t ex 50 mR/tim, innebär det att den som vistas på denna plats under 20 timmar utsätts för 1 R. Jämför detta med de 3-10 R som en brandman får utsättas för.

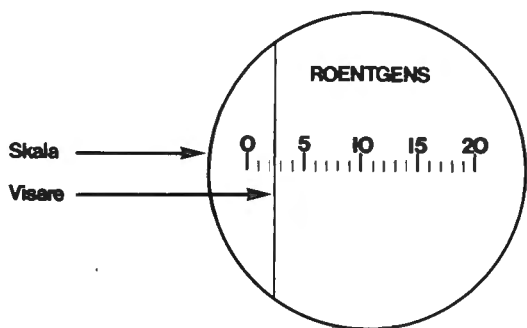
Intensimetern kan användas för lokalisering av en strålkälla.

Den är också lämplig för att på hud, kläder och materiel söka efter radioaktiv nedsmutsning, kontaminering, efter släckarbetets genomförande. De anläggningar som har så stora strålkällor att intensimetrar erfordras förfogar i regel själva över sådana. Brandkåren kan ofta få hjälp av dessa företag med mätningar. Instrumenten bör förvaras på sådan plats att de är åtkomliga vid brand inom det område där strålkällorna finns. Huruvida brandkåren bör anskaffa intensimetrar torde få avgöras från fall till fall i samråd med de företag och institutioner som innehar de radioaktiva ämnena. Möjlighet finns att få låna intensimetrar efter hänvändelse till civilförsvarsstyrelsen. Om hjälp begärs från strålskyddsinstitutet i Stockholm eller AB Atomenergi i Studsvik, kan de som regel ställa personal med instrument till förfogande.





Figur 15 a.  
Penndosimeter med separat  
laddningsaggregat.



Figur 15 b.  
Dosimetern avläses direkt  
på en skala graderad i röntgen.

En penndosimeter är ett instrument, som man bär på sig och på vilket man under och efter arbetet kan avläsa den totala stråldos man erhållit. Penndosimetern måste före användandet uppladdas. Detta sker för en typ av dosimetrar medelst ett inbyggt laddningsaggregat. För en annan typ måste separat dosimeterladdare användas. En dosimeterladdare kan betjäna ett stort antal dosimetrar. Uppladdningen kan göras i förväg på brandstationen. (Se figur 15.)



Dosimetrarna kan förvaras uppladdade. Kontroll av att dosimetern inte laddar ur sig själv bör dock göras varje månad. Läckage ger sig tillkänna genom att dosimetern ger utslag som om den varit utsatt för strålning.

Man kan avläsa penndosimetern direkt, även under arbetets gång. Den är graderad i röntgen.

För brandkårsändamål är penndosimetern lämplig. Varje man, som vid räddnings- och släckarbete kan bli utsatt för strålning, bör vara utrustad med en penndosimeter och instruerad att avbryta vistelsen inom området där strålning förekommer, innan en exponering av ca 3 R erhållits. Vid allvarligt nödläge i samband med livräddning kan en exponering av 10 R tillåtas.

En penndosimeter registrerar stråldosen på en punkt av kroppen. På grund av ojämna strålfält kan stråldosen till andra kroppsdelar, t ex fötterna, bli mycket större. Brandmannen kan exempelvis stå i närheten av en strålkälla för gammarradiografi som finns på golvet.

Civildörsvarsstyrelsen har en typ av penndosimeter med ett mätområde 0–20 R. Denna dosimeter är även lämplig för brandkåren. Möjlighet finns att få låna penndosimetrar och dosimeterladdare efter hänvändelse till civilförvarsstyrelsen.

En annan typ av dosimetrar är filmdosimetern. På denna kan man efter framkallning avläsa, vilken stråldos bäraren fått. Avläsningen kan här ej göras av bäraren under arbetets gång. Filmdosimetern är därför inte lämplig för brandkåren.

Intensimetrar och penndosimetrar kan lånas av civilförvarsstyrelsen. Vid inköp av stålskyddsinstrument bör kontakt tas med statens strålskyddsinstitut i Stockholm eller AB Atomenergi i Studsvik.

## 6 Transport av radioaktiva ämnen

Den klart övervägande delen av alla transporter av radioaktivt material sker utan att speciella säkerhetsåtgärder vidtagits för själva transportarbetet. Hantering av kollina sker således utan krav på att annat än normal aktsamhet skall iakttagas. För samlastning finns särskilda regler. Endast i speciella fall vidtas extra säkerhetsåtgärder, t ex för transportfordon, följebil, undvikande av vissa vägar etc. Avgörande för om normala eller speciella rutiner skall tillämpas är risken för och konsekven-



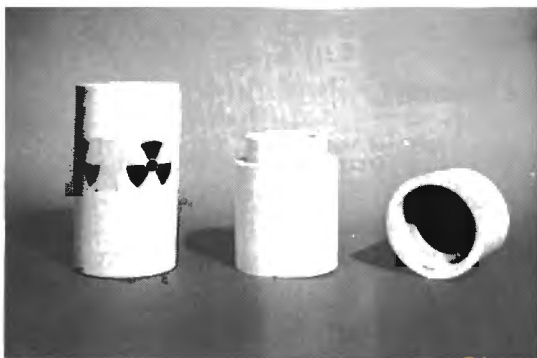
serna av ett missöde. Praktiskt betyder detta att främst transporter av stora mängder radioaktivt material särbehandlas.

Avsändaren är ansvarig för att det radioaktiva ämnet förpackas på ett riktigt sätt. Detta innebär att strålningen från det radioaktiva ämnet skall vara avskärmad så att den på kollits yta understiger bestämda värden. Förpackningen skall vara lämpligt utformad både med tanke på innehållet och transportsättet. Emballaget skall ge säkerhet mot risken för utspridning av det radioaktiva ämnet vid de påkänningar som transporten rimligen kan tänkas medföra. Så skall t ex vid transport av vätskor emballaget innehålla så mycket absorberande material att vätskan vid en läcka helt suggs upp. (Se figurerna 16, 17 och 18.) På kollits utsida skall också finnas en särskild etikett. (Se bilaga 2.) På etiketten skall finnas uppgifter om mängd och slag av radioaktivt ämne, oftast även om dosraten på en meters avstånd från kollit. Uppgifterna om innehållet återfinnas även på fraktsedeln. (Se bilaga 3.)

Sker transporten med järnväg skall vagnen, dock inte resgodsvagn, på båda sidor vara försedd med varningsmärke enligt bilaga 2.

Bilar som regelbundet transporterar radioaktivt material, och bilar som används för specialtransporter, är försedda med varningsmärkning. Centralt utfärdade bestämmelser om denna märkning finns inte, varför skyltar av olika typ förekommer. Den av AB Atomenergi använda märkningen visas i bilaga 2.

Det internationella atomenergiorganet i Wien (International Atomic Energy Agency) har utarbetat rekommendationer för transport av radioaktiva ämnen. Dessa rekommendationer tillämpas i Sverige. Transportorganisationerna, såsom statens järnvägar, postverket, flygbolagen etc, har även infört bestämmelser om rutiner vid avlämning av gods.



Figur 16.  
Små mängder radioaktiva ämnen levereras och förvaras i enkla burkar av bly. (Från Instituttt for Atomenergi, Norge.)





**Figur 17.** Kartong för transport av radioaktiva ämnen med allmänna transportmedel. Kartongens sida är 20-35 cm. (Från Institut for Atomenergi, Norge.)



**Figur 18.** För transport av större mängder radioaktiva ämnen krävs speciella behållare som är goda strålskärmar och tål mekanisk åverkan, s k B-kärl. (Från AB Atomenergi, Studsvik.)



## Transport av förbrukade bränsleelement

Bränsleelementen till kärnreaktorer utgörs av uranföreningar i stavform, omgivna av ett skyddande metallhölje. Innan elementen kommit till användning i en kärnreaktor, medför de inga stora problem ur strålskyddssynpunkt. Förbrukade bränsleelement innehåller däremot klyvningsprodukter som är starkt radioaktiva. Efter att i minst 3 månader ha förvarats i reaktorinstalleringens förrådsutrymme för bränsleelement, transporteras de förbrukade elementen till plats inom eller utom vårt land för bearbetning. När bränsleelementen transporteras efter förvaringen utvecklar de fortfarande en del värme och är alltså så starkt radioaktiva att omfattande skyddsåtgärder måste vidtas. Elementen innesluts i speciella transportkärl av stål, försedda med kraftig strålskärm för att nedbringa strålningen utanför kärlet till ofarlig nivå. Ett transportkärl innehåller några bränsleelement och kan väga tiotals ton. (Se figur 19.)



Figur 19. Transportbehållare för använt kärnbränsle.  
(Från AB Atomenergi, Studsvik.)



Så länge transportkärlet med tillhörande förslutning är intakt, föreligger ingen som helst risk för att de i kärlet inneslutna bränsleelementen skall medföra fara ur strålningssynpunkt. Om däremot transportkärlet allvarligt skadas, exempelvis vid brand, kan förhållandet bli ett annat. Kärlet är konstruerat för att motstå de påfrestningar som en brand innebär. Man måste dock räkna med att en kraftig och långvarig brand deformerar stålkonstruktionen och kommer blyet att smälta. Detta medför risk för strålning med hög intensitet från bränsleelement och partiklar i rökgaserna. Naturligtvis får man inte överdriva risken för att en bränsleelementtransport skall invecklas i brand. De omfattande landsvägstransporterna av bensin och andra brandfarliga varor kan dock tänkas orsaka svårbemästrade bränder vid kollision med en transport av förbrukade bränsleelement.

Utförda prov har visat att ett transportkärl, invecklat i brand, relativt snabbt upphettas. Transportkärl fallprovas först med 9 m fritt fall. Därefter skall transportkärlet tåla uppvärmning till  $+800^{\circ}\text{C}$  i minst 30 minuter vid brandprov enligt fastställd provmetod. Effektiv kylning av kärlet med vatten måste därför ske så snart som möjligt. Någon risk för att transportkärlet med sitt innehåll skall fungera som en atombomb finns inte. Den enda fara man har att räkna med är strålningen. Brandsläckning skall sålunda ske under iakttagande i tillämpliga delar av de säkerhetsåtgärder som anges i avsnitt 8.

Den utryckande brandkåren bör omgående begära hjälp från den reaktor-anläggning, varifrån transporten utgått eller är avsedd för. Sakkunnig hjälp kan då påräknas.

Transport av utbrända bränsleelement kommer att ske från de olika reaktor-anläggningarna till behandlingsanläggning inom eller utom landet. Brandcheferna i de kommuner som berörs av transporter av utbrända bränsleelement underrättas för närvarande inte om transportvägar eller tidpunkter för transporterna.

## 7 Förebyggande och skadeavhjälpande åtgärder

Det är av grundläggande betydelse att brandkårens ledning och personal har kännedom om arten och mängden av de radioaktiva ämnen som förvaras inom en anläggning. Brandchefen bör därför ta kontakt med ledningen för de anläggningar som, enligt av statens brandinspektion årligen lämnade uppgifter, innehåller radioaktiva ämnen. Uppgifterna från brandinspektionen upptar endast de strålkällor som bedöms vara av betydelse vid brand.



Påträffas radioaktiva ämnen vid brandsyn, kontrolleras först om strålkällan är så kraftig att hänsyn måste tas till denna vid brand. Är så fallet skall namn, adress och telefonnummer, avseende de personer som ansvarar för den radiologiska verksamheten vid anläggningen, finnas tillgängliga på brandstationen.

Brandchefen bör tillsammans med nyssnämnda personer undersöka om verksamheten med radioaktiva ämnen kan komma att påverka brandsläckningen. Speciell uppmärksamhet riktas på det förebyggande brandskyddet i de lokaler, där de radioaktiva ämnena används eller förvaras. I flertalet fall är de använda aktivitetsmängderna så små att några särskilda åtgärder ur brandskyddssynpunkt inte torde vara motiverade. Personalen bör dock orienteras om var och hur de radioaktiva ämnena är placerade. Stora kvantiteter radioaktiva ämnen bör däremot alltid förvaras i brandsäkra rum, som endast i obetydlig omfattning innehåller brännbara ämnen.

På platser med anläggningar, som bedriver arbete med stora mängder radioaktiva ämnen, bör brandchefen planera brandberedskapen tillsammans med anläggningens strålskyddsfysiker. Den i dessa anvisningar rekommenderade speciella skyddsutrustningen anskaffas i sådan omfattning att personal kan insättas på varje tänkbar brandplats, där radioaktiva ämnen förekommer, med en maximal insatstid av 0,5-1 timme. (Se figur 20.) Detta innebär att utrustningen som regel behöver finnas vid någon eller några brandkårer i varje län. Mest lämpade att handha utrustningen och att hålla personal med erforderlig utbildning och övning är större



Figur 20.  
Skyddsutrustad brandpersonal.





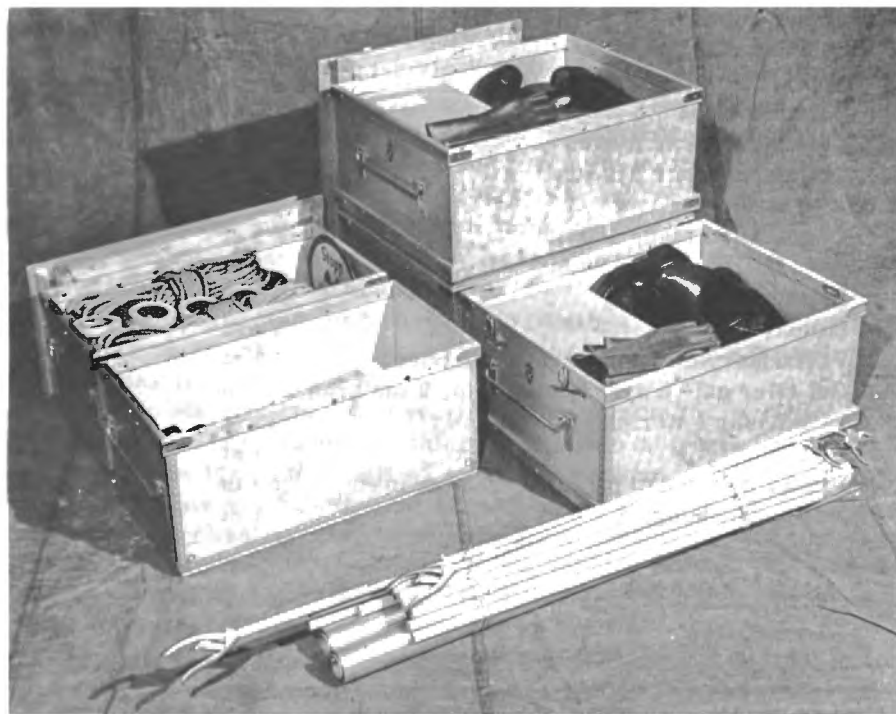
brandkårer med heltidsanställd personal. Anskaffning och stationering av utrustningen bör ske i samråd med länsbrandinspektören.

I sådana fall, där risk för strålskador kan föreligga, skall riskområdena utmärkas med varningsskyltar. Då det ibland kan vara svårt att bedöma strålriskerna och vilka åtgärder som kan anses skäliga, bör i dylika fall kontakt tas under arbetstid med statens strålskyddsinstitut, Stockholm, tfn 08/24 40 80. Dessutom kan dygnet runt kontakt tas med jourhavande strålskyddsfysiker vid AB Atomenergi, Studsvik, tfn 0155/80 000.

Utrustningen bör vara så förpackad att den snabbt kan transporteras till önskad plats. (Se figur 21.)

Viss del av utrustningen kan som lån erhållas från civilförsvarsstyrelsen efter hänvändelse till respektive länsstyrelse.

Brandpersonalen bör informeras om strålverkan samt om användning av mätinstrument. Detta kan lämpligen ske under medverkan av strålskyddsfysiker.



Figur 21. Exempel på utrustningens förpackning.

Brandpersonalen skall minst två gånger om året övas med samtlig strålskyddsmateriel. Insatsplan skall finnas uppgjord, och brandkårens personal bör vara väl orienterad i anläggningen. Vid anläggning där automatiskt brandalarm eller sprinkler finns, bör lokaler där radioaktiva ämnen förekommer utmärkas på orienteringsplanerna.

#### Förteckning över utrustning

(Bör finnas på någon eller några brandkårer i varje län.)

a	Kontrollistor (Kollegieblock A 4)	1 st
	Statens brandinspektions meddelande	1 st
	Boken "Skyddsinstruktion för civilförsvaret"	1 st
b	Instrument för intensitetsmätning av beta- och gammastrålning	
	Intensimeter 21 (mätområde 0-200 R/h)	2 st <sup>1</sup>
	Ev ytterligare instrument efter egna önskemål	
c	Instrument för dosmätning	
	Penndosimetrar, direkt avläsbara	
	Dosimeter 01 (0- 20 R)	15 st <sup>1</sup>
	Dosimeter 11 (0-100 R)	10 st <sup>1</sup>
	Dosimeterladdare 802 med tillbehör	2 st
d	Skyddsöverdrag m m	
	Skyddsöverdrag (ABC-dräkt)	10 st <sup>1,2</sup>
	Gummistövlar	15 par
	Gummihandskar (tunna)	25 par
	Gummihandskar (tjocka)	15 par
e	Övrig utrustning	
	Långskaftad tång, 180 cm	1 st
	" " , 90 cm	1 st
	Rep för avspärning	200 m
	Stolpar till dito	20 st
	Förbudsskyltar enligt svensk standard	20 st
	Gul eller gul- o svartrandig tejp, 2 cm bred	200 m
	Plastpåsar i storlek 40 x 70 cm	25 st
	" " " 70 x 170 cm	25 st
	Plast i metervara på rulle, 135 cm bred	50 m
	Plastpresenning, 4 x 6 m	1 st

Utrustningen förpackas lämpligen i trälådor av standardtyp.

Anm Det förutsättes att brandkåren har tillgång till erforderligt antal ansiktsmasker, tryckluftapparater med säkerhetsstryck samt handstrålkastare.

<sup>1</sup> Kan lånas från civilförsvarsstyrelsen.

<sup>2</sup> Antalet dräkter kan ev minskas beroende på resp brandkårs personaltillgång. Mindre än fem dräkter bör dock inte förekomma.



## Utrustningens användning och vård

Samtlig personal, som insätts i område där strålning kan förekomma, antecknas i kontrollista. I listan antecknas vidare den tid varje man uppehåller sig inom området samt den dos som därvid uppmätts eller beräknats för varje man. Innan personal tillåts lämna området, avsöks varje man med avseende på kontaminering.

Batterierna i instrumenten bör kontrolleras och instrumenten funktionsprovats varje månad. Till varje instrument bör finnas två satser batterier, vilka förvaras separat men tillsammans med instrumentet.

Vidare bör varje år instrumentens utslag kontrolleras. Detta sker lämpligen i samråd med civilförsvarsstyrelsen eller annan institution, som förfogar över utrustning härför.

## 8 Regler för brandkårens uppträdande vid och efter brand

### Vid brand

#### ALLMÄNNA REGLER FÖR SLÄCKLEDAREN

- a Sätt i gång släckarbetet och iakttag den försiktighet som anläggningens karaktär kan ge anledning till.
- b Utrusta den personal som skall tränga in i anläggningen samt sådan personal, som kan komma att inandas brandrök, med andningsskydd av typ helskydd (tryckluftapparat med säkerhetstryck).
- c Tillse att den inträngande personalen använder skyddsöverdrag (ev ABC-dräkt), gummistövlar och gummihandskar inom det område som bedöms farligt med hänsyn till strålningsrisken.
- d Utrusta den inträngande personalen med penndosimeter och meddela att tillbakatryckning skall ske när en exponering av 3 R registrerats, vid livräddning 10 R.
- e Till brandplatsen kallas den ansvarige föreståndaren för de radioaktiva ämnena. Han kan ge värdefulla informationer om de lokala förhållandena men är vanligen inte expert på radioaktiva ämnen.
- f Företa så snart som möjligt intensitetsmätningar med direktvisande mätinstrument, så att området där strålning förekommer klart kan avgränsas. Observera att förändringar i strålningen kan ske under hand.
- g Om experthjälp behövs, skall kontakt tas under arbetstid med statens strålskyddsinstitut, tfn 08/24 40 80, eller under hela dygnet med AB Atomenergis jourhavande strålskyddsfysiker, Studsvik, tfn 0155/80 000.
- h Om brandens art och omfattning medger detta, beordra att spridd vattenstråle eller skum i olika former används för att minska risken för spridning av radioaktiva ämnen.



- i Samtlig personal, som insätts i område där strålning kan förekomma, antecknas i kontrollista. I listan antecknas vidare den tid varje man har uppehållit sig inom området samt den exponering som därvid uppmätts eller beräknats för varje man.
- j Det genom mätningar konstaterade farliga området avspärras med rep som förses med förbudsskyltar. Den gula eller gul- och svartrandiga tejpén används för att på golv eller hårdgjord mark markera för farligt område.
- k Strålfältet torde i flertalet fall vara ojämnt, vilket lätt kan konstateras med mätinstrumentet. Med ledning av uppmätt intensitet är det möjligt att finna gynnsam plats för släckande personal.
- l Tillse att obehöriga och åskådare hålls på avstånd.

## ALLMÄNNA REGLER FÖR SLÄCKPERSONAL

### *All personal*

- a Håll uppsikt efter förbuds- och varningsskyltar. Beträd inte utan särskilt tillstånd område innanför förbudsskylt och iakttag försiktighet vid varningsskylt. Meddela släckledaren om iakttagna skyltar.
- b Iakttag försiktighet om blybehållare eller blyskärmar påträffas. Dylika tyder på närvaro av radioaktiva ämnen. Var särskilt uppmärksam om blyet har smält. Meddela släckledaren iakttagelsen.
- c Använd om möjligt spridd vattenstråle vid släckningen eller skum i olika former.
- d Har preparatets behållare skadats, skall man avspärra området kring strålkällan.
- e Om det bedöms nödvändigt att avskärma strålningen, kan tunga föremål eller t ex sand och jord användas. Strålkällan kan även förflyttas med hjälp av de långskaftade tängerna till lämplig, strålskyddad plats, t ex bakom en betongvägg.

### *Inträngande personal*

- a Tryckluftapparat med säkerhetstryck skall användas.
- b Skyddsutrustning (ev ABC-dräkt), gummistövlar och gummihandskar skall bäras inom det område som bedöms farligt med hänsyn till strålningsrisker. Tillse att skyddsutrustningen tätar väl i alla skarvar.
- c Om tunna gummihandskar används, skall dessa skyddas med grövre arbetshandskar.
- d Medför pennodosimeter och avläs den vid inträngandet i anläggningen och under arbetets gång.
- e Då exponeringen uppgår till 3 R, skall det område där strålningen förekommer lämnas. Vid livräddning är den tillåtna gränsen 10 R.



- f Så fort penndosimetern registrerat avläsbar stråldos, skall släckledaren omedelbart underrättas om att strålning förekommer.
- g Vid behov medförs direktvisande mätinstrument.

#### Efter brand

#### ALLMÄNNA REGLER FÖR SLÄCKLEDARE OCH PERSONAL

Om radioaktiva ämnen spritts ut, finns risk för att personal och materiel blivit kontaminerade. Finns anledning befara kontaminering, skall följande iakttas:

- a Personal, kläder och materiel skall noggrant undersökas med mätinstrument. Uppmärksamhet ägnas därvid särskilt åt skosulor och handskar.
- b Personalen får inte äta, dricka eller röka, innan undersökningen avseende kontaminering utförts.
- c Konstateras att ingen kontaminering har skett, förfars på normalt sätt efter brand.
- d Kontaminerad personal skall ofördröjligen byta kläder och duscha. I samband därmed bör man peta naglarna, skölja munnen och snyta sig.
- e Om personalens kläder kontaminerats, bör kläderna avtas på plastpresenningen, som utlagts på marken. De kontaminerade kläderna packas därefter i plastpåsar. Om presenningen använts och blivit kontaminerad, ersätts den med plast i metervara. Denna plast kan liksom presenningen också användas för att övertäcka kontaminerade föremål, för att hindra aktivitetsspridning.
- f Kontaminerade kläder och föremål packas i plastpåsar eller dylikt och förvaras på avskild plats. Plastpresenningen och plastfoliet kan användas för att täcka över större föremål, som kontaminerats.
- g Om kontaminering konstaterats, skall kontakt utan dröjsmål tas med statens strålskyddsinstitut, tfn 08/24 40 80, eller AB Atomenergis jourhavande strålskyddsfysiker, tfn 0155/80 000, för att få ytterligare direktiv om lämpliga skyddsåtgärder.
- h Även obetydliga sår som erhållits under släckarbete skall behandlas av läkare, om minsta risk finns för att såret kan ha förorenats av radioaktiva ämnen.
- i Genomgång av vunna erfarenheter bör ske med personalen.



## 9 Ordlista över strålningsfysikaliska begrepp

### *Aktiv*

Annat ord för radioaktiv. Ett material kan aktiveras, dvs på konstgjord väg göras radioaktivt genom att bestrålas i en reaktor eller accelerator. Se radioaktivitet.

### *Aktivitet*

Se radioaktivitet.

### *Alfastrålning, alfapartikel*

Alfastrålning avges av vissa radioaktiva material, t ex uran och radium. Den består av alfapartiklar som är identiska med kärnor i heliumatomer. Alfapartikeln består av 2 protoner och 2 neutroner. Dess elektriska laddning är positiv och dubbelt så stor som elektronens. Alfastrålning skrivs ofta  $\alpha$ -strålning.

### *Atom*

Ett grundämnes minsta beståndsdel. Alla ämnen består av atomer. Att olika grundämnena skiljer sig från varandra beror på att deras atomer har olika antal protoner i kärnan. Atomerna är mycket små. En vanlig vattendroppe innehåller  $6 \times 10^{21}$  (= 6 följt av 21 nollor) atomer. Ordet atom kommer från grekiskans ord för odelbar. Vi vet nu att atomen kan sönderdelas och att den består av en inre kärna av protoner och neutroner omgiven av ett hölje av elektroner. En atom är en 1 Å (en ångström =  $10^{-10}$  m).

### *Atomenergi*

Energi frigjord genom kärnreaktioner. Ett riktigare namn än atomenergi är kärnenergi. Se vidare under kärnenergi.

### *Atomkraftverk*

Anläggning, som har till huvuduppgift att ur kärnenergi framställa elektrisk energi. Se vidare kärnkraftverk.

### *Atomkärna*

Atomens inre del. Den består av protoner och neutroner, som är kraftigt bundna till varandra.

### *Betastrålning, betapartikel*

Vissa radioaktiva ämnen sänder vid sönderfall ut betastrålning, som är elektroner med hög hastighet, betapartiklar. Betastrålare är t ex strontium-90. Betastrålning skrivs ofta  $\beta$ -strålning.



### **Bränslepatroner**

Klyvbart material som i regel består av uranföreningar. Det är inneslutet i ett skyddande konstruktionsmaterial, t ex aluminium-zirkoniumlegeringar. Bränslepatroner är i allmänhet flera meter långa och utgörs i regel av ett flertal bränslestavar som sammanfogats i knippen.

### **Curie**

Enhet för aktivitet, dvs den hastighet med vilken ett radioaktivt ämne sönderfaller. En curie (Ci) är  $3,7 \cdot 10^{10}$  sönderfall per sekund. Radioaktiviteten hos ett gram radium är ungefär en curie. Beteckningen är uppkallad efter Pierre och Marie Curie. (Jfr rad, rem och röntgen.)

### **Dos**

Med stråldos avses den per massenhet till en kropp avgivna stråleenergin.

### **Dosimeter**

Ett instrument för att mäta den stråldos en person har mottagit.

### **Dosrat**

Ett uttryck för dosen per tidsenhet. Parallellt används även doshastighet.

### **Elektron**

En av de elementpartiklar varav atomen är uppbyggd. Elektroner är bärare av den minsta negativa elektriska laddningen, elementarladdningen. Varje atomkärna är omgiven av ett hölje av elektroner. Elektronens massa är endast omkring en tvåtusendel av protonens eller neutronens. (Jfr betastrålning.)

### **Exposition**

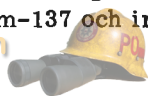
Den strålning som kroppen exponeras för och inte bara den som absorberas. Expositionen anges i enheten röntgen (R). (Jfr röntgen.)

### **Fission**

Klyvning av en atomkärna i två ungefär jämnstora radioaktiva atomkärnor av lättare ämnen. Vid klyvningen frigörs dessutom två eller tre neutroner. Stora mängder värme utvecklas. Fissionsreaktioner uppträder endast hos tunga grundämnen såsom uran och plutonium. De nya ämnen som bildas kallas fissionsprodukter eller klyvningsprodukter.

### **Gammastrålning**

Elektromagnetisk strålning av samma slag som vanligt ljus och röntgenstrålning. Gammastrålningen sänds ut från kärnan i samband med radioaktiva sönderfall och är mycket genomträngande. Gammastrålning skrivs ofta  $\gamma$ -strålning. Gammastrålare är t ex kobolt-60, cesium-137 och iridium-192.



### *Grundämne*

Ett grundämne är ett ämne som består av atomer av ett och samma slag. Vilket grundämne en atom tillhör beror på det antal protoner som finns i atomkärnan. Innehåller denna t ex endast en proton är det en väteatom, medan det är en syreatom om kärnan innehåller åtta protoner.

### *Halveringstid*

Den tid inom vilken ett radioaktivt preparats aktivitet sjunker till hälften. Halveringstid är sålunda ett mått på den hastighet med vilken radioaktiva isotoper sönderfaller. Exempel finns på halveringstider från bråkdelar av en sekund till miljarder år. Kobolt-60 har en halveringstid av 5,3 år.

### *Instabil*

Alla radioaktiva atomer är instabila, dvs sönderfaller eller klyvs.

### *Intensimeter*

Ett instrument som används för att mäta strålning per tidsenhet.

### *Isotop*

Olika slag av atomer av samma grundämne skilda åt genom olika masstal kallas isotoper. De har således samma antal protoner men olika antal neutroner i kärnan. Uran-238 innehåller 92 protoner och 146 neutroner, medan uran-235 innehåller 92 protoner och 143 neutroner. Den förra isotopens masstal är sålunda 3 enheter större än den senares.

### *Joniserande strålning*

Vid ett sönderfall sänds strålning ut i form av partiklar eller elektromagnetiska vågrörelser. Dessa strålslag har förmåga att jonisera den materia de passerar igenom. Jonisationen består i att atomer och molekyler i strålningens väg blir elektriskt laddade, och materien ändras därigenom fysikaliskt och kemiskt. Man skiljer på elektromagnetisk strålning (t ex röntgenstrålning och gammastrålning) och partikelstrålning (t ex alfastrålning och betastrålning). Ofta kallas joniserande strålning för radioaktiv strålning.

### *Kedjereaktion*

När en atomkärna klyvs av en neutron avger den energi samt två eller tre nya neutroner. Dessa kan i sin tur klyva andra kärnor som avger mer energi och ytterligare neutroner. Genom att den reaktionsdrivande komponenten nyproduceras kan reaktionen fortgå och även accelereras.

### *Klyvning*

Annat ord för fission. Se detta ord.





### *Klyvningsprodukter (fissionsprodukter)*

De nya atomer som bildats vid klyvning av t ex uran eller plutonium. Klyvningsprodukterna är radioaktiva. Strontium-90 och cesium-137 är exempel på fissionsprodukter.

### *Kobolt-60*

En radioaktiv isotop av grundämnen kobolt. Den avger gammastrålning och används inom industri, medicin och forskning.

### *Kontaminera*

Förorena med radioaktivitet. Att dekontaminera betyder att avlägsna radioaktiv förorening.

### *Kärnbränsle*

Ett ämne vars atomkärnor klyvs vid bestrålning med neutroner i en reaktor varvid energi frigörs. De vanligaste klyvbara materialen är uran-235 och plutonium-239.

### *Kärnenergi*

Då en tung atomkärna klyvs i två eller flera lättare atomkärnor utvecklas fissionsenergi (klyvningsenergi).

### *Kärnkraftverk*

Kraftverk som drivs av kärnreaktorer. De producerar elenergi och värme. I Sverige planeras ett tiotal kärnkraftverk.

### *Kärnreaktion*

En process varvid en atomkärna förändras. Ett radioaktivt materials sönderfall är en i naturen uppträdande kärnreaktion. Konstgjorda kärnreaktioner kan åstadkommas genom beskjutning av atomkärnor med små atomer eller elementarpartiklar med hög hastighet. Tänkbara reaktioner är härvid klyvning av kärnan eller radioaktiva sönderfall.

### *Masstal*

Summan av protoner och neutroner i en atomkärna. Masstalet 238 i uran-238 är summan av 92 protoner och 146 neutroner.

### *Molekyl*

En förening av två eller flera atomer, som hålls samman med starka kemiska bindningar. Molekylen är den minsta enheten i vissa kemiska föreningar. En vattenmolekyl består av två väteatomer och en syreatom, vilket ger den välkända formeln  $H_2O$ .



### *Neutron*

En av de tre vanliga elementarpartiklarna. Neutronen väger ungefär lika mycket som protonen, och den har som dess namn antyder ingen elektrisk laddning. Den är därför en mycket effektiv "atomprojektil".

### *Nuklid*

Varje nuklid karakteriseras genom ett bestämt antal av protoner och neutroner. Krom-51 och kobolt-60 är således båda nuklider, men inte isotoper. Kobolt-58 och kobolt-60 är däremot också isotoper, eftersom de är av samma grundämne, kobolt. Ordet isotop används ofta felaktigt, där ordet nuklid är det riktiga. Man kan alltså säga att isotop förhåller sig till nuklid som bror till människa.

### *Plutonium*

Ett tungt grundämne vars kärna kan klyvas under infångande av neutroner. Det är därför användbart som kärnbränsle i kärnreaktorer. Plutonium förekommer i naturen, men det kan både produceras och förbrukas i reaktorer.

### *Proton*

En av de båda elementarpartiklar som bygger upp atomkärnan. Den andra partikeln är neutronen. Dess laddning är lika stor som elektronens men positiv.

### *Rad*

Enheten för stråldos är rad. En rad är lika med 0,01 joule/kg. Ett åskådligt mått på energinnehållet av en rad har man om man vet att energin räcker för att lyfta den kropp, som har erhållit stråldosen, 1 mm. (Jfr curie, rem och röntgen.)

### *Radioaktiv strålning*

Se joniserande strålning.

### *Radioaktivitet*

Avgivande av snabba partiklar eller elektromagnetisk strålning från en sönderfallande atomkärna. Vissa grundämnena är naturligt radioaktiva, medan andra blir radioaktiva efter beskjutning med neutroner eller andra partiklar. Aktiviteten hos ett radioaktivt ämne mäts i antalet per sekund sönderfallande atomkärnor. Aktiviteten anges i curie (Ci). Strålning från radioaktiva ämnen kan bestå av partiklar eller elektromagnetisk strålning. Alfastrålningen består sålunda av laddade heliumkärnor, betastrålningen av elektroner och gammastrålningen är elektromagnetisk strålning besläktad med vanligt ljus och röntgenstrålning.



### **Radioisotop**

En radioaktiv isotop. Radioisotoper används bl a som spårämne och strålkälla inom industri, medicin och forskning. Några av de mest använda radioisotoperna är tritium, kol-14, natrium-24, fosfor-32, svavel-35, kobolt-60, strontium-90, brom-82, molybden/teknetium-99, jod-125, jod-131, xenon-133, cesium-137 och iridium-192.

### **Radium**

Ett i naturen förekommande radioaktivt grundämne. Det är mycket mer radioaktivt än uran, och båda förekommer ofta i samma malmer. Det används fortfarande vid en del terapi på sjukhusen.

### **Reaktion**

Kemiska reaktioner berör endast atomernas elektronskal. Beträffande kärnreaktion, se detta ord.

### **Reaktor**

En anläggning i vilken en reglerbar självvunderhållande kärnreaktion äger rum. I en reaktor av de slag man hittills lyckats konstruera, infångas vissa tunga atomkärnor neutroner och klyvs. Vid klyvningen frigörs nya neutroner, och det är detta som möjliggör att reaktionen kan vara självuppehållande. (Jfr kedjereaktion.) De stora energimängder som utvecklas är till största delen värme. Reaktorer kan efter skilda grunder indelas i olika reaktortyper.

### **Reaktorhård**

Den del av reaktorn i vilken atombränslet finns och där kärnreaktionen sker. Reaktorhården är vanligen omgiven av flera olika slags reflekterande och skyddande material.

### **Rem**

Stråldosen angiven i rad har olika relativ biologisk verkan. När man tagit hänsyn till detta anger man dosen i rem (roentgen equivalent man). Måttalen för röntgen, rad och rem är i de flesta praktiska fall ungefär desamma. (Jfr rad och röntgen.)

### **Röntgen (R)**

Enhet för exposition. Vid exponeringen av 1 röntgen (1 R) frigörs i luft en enhetsladdning av vardera tecknet per kubikcentimeter. Röntgenenheten är inte något mått på den verkliga stråldosen utan anger hus mycket strålenergi som passerar kroppen. (Jfr curie, rem och rad.)

### **Röntgenstrålning**

Röntgenstrålning är en mycket genomträngande strålning, besläktad med



gammastrålningen. I motsats till denna härrör röntgenstrålningen inte från någon atomkärna utan från det omgivande elektronhöljet. När röntgenstrålar passerar genom ett föremål, ger de en bild av de mera ogenomträngliga delarna. När röntgenapparaten stängs av, upphör strålningen.

### *Spårämne*

En radioaktiv isotop som blandas med ett ämne som inte är radioaktivt. Genom att mäta radioaktiviteten är det möjligt att följa materialet under de kemiska eller fysikaliska förändringar det blir utsatt för. Spårämnen har fått stor användning inom industri, medicin och forskning. Om t ex radioaktiv fosfor blandas med ett gödningsämne, kan man följa spårämnets och därmed även gödningsämnets spridning i växterna.

### *Strontium-90*

En radioaktiv strontiumisotop som bildas vid klyvning av uran och plutonium.

### *Strålskydd*

Åtgärder som avser att hindra att människor eller föremål utsätts för skadliga mängder joniserande strålning.

### *Strålskärm*

Strålskärm är beteckning på t ex en vägg av bly eller betong med uppgift att absorbera strålning.

### *Sönderfall*

En radioaktiv atoms sönderdelning under bildande av ett annat grundämne. Vissa atomkärnor är instabila och faller sönder under avgivande av strålning, samtidigt som atomerna successivt omvandlas till lättare atomer, till dess kärnan uppnått ett stabilt tillstånd. Uran sönderfaller via bl a radium ända tills en stabil blyisotop bildats.

### *Tungt vatten*

Vatten som innehåller tungt väte, deuterium, i stället för vanligt väte. Det används främst i reaktorer med uppgift att bromsa neutronernas rörelse.

### *Uran*

En tung radioaktiv metall, med uran-235 och uran-238 som de viktigaste isotoperna. Uran-235 är den enda i större omfattning i naturen förekommande klyvbara nukliden och är därför ett betydelsefullt atombränsle.

Anrikat uran har genom isotopseparering getts högre halt av den direkt klyvbara isotopen uran-235 än den naturliga. I de kärnkraftverk som nu byggs i Sverige används anrikat uran i form av uranoxid.



# Summary in English

## THE NATIONAL INSPECTORATE OF FIRE SERVICES

Informative Recommendations 1972:7

/In replacement of circular nr 23 and IR 1962:4 and 1964:18/

These Recommendations deal briefly with radioactivity and radioactive materials. In this connection there are described different types of radioactive materials, different types of radiation and radiation risks.

Then follows a summary when using radioactive materials at:

gamma-radiation

float switches and liquid-densimeter

wing loading meter

radioactive luminous colours

industrial investigation with radioactive materials

medical use of radioactive materials

radiation sterilization

use of radioactive materials in the industry and in the investigation

military use and

industrial uranium work.

Atomic reactors in operations, in course of construction and measures at reactor accidents are also briefly described.

Instruments to classify radioactivity are described in another part of the Recommendations as is the case with transport problems concerning radioactive materials.

Among preventive and salvage operations there are a specification of equipment which ought to be located at one or a few fire brigades in every county.

In this connection it is also dealt with the training and the practice of the firefighters.

The following chapter gives more detailed principles for the fire brigades action at a fire and after a fire.

In conclusion there is a list of words concerning radiation - physical conceptions and 3 enclosures. One of these enclosures shows the text when using radioactive materials in the industry and one shows warning-marking.



STATENS STRÅLSKYDDSinSTITUT  
 Kärnfysikaliska avdelningen  
 104 01 Stockholm 60  
 telefon växel 08/24 40 80

## Strålskyddsföreskrifter avseende nivåvakt innehållande radioaktivt ämne.

Fabrikat: ..... Typbeteckning: .....

Radioaktivt ämne: ..... millicurie .....

Till nivåvakten hör en sluten strålkälla, som består av ett gammastrålande radioaktivt ämne, som innesluts i en kapsel på sådant sätt, att det radioaktiva ämnet vid normal användning icke kan frigöras. Den slutna strålkällan, som vanligen utformats som en liten metalcyliinder med en utsträckning av endast några mm, är placerad inuti en strålskärm. Strålskärmen, som vanligen består av bly, har en väggjocklek av flera cm avpassad till strålkällans radioaktivitet. Strålskärmen med inneliggande strålkälla och en detektor för gammastrålning är oftast fast monterade på ömse sidor om den behållare, där nivån övervakas, men de kan även vara höj- och sänkbara. Det gammastrålande ämnet, vanligen kobolt -60 eller cesium -137, utsänder även betastrålning, men denna når icke utanför strålskärmen.

Genom en kanal i strålskärmen går gammastrålningen oförsvagad ut i ett smalt strålknippe i riktning mot detektorn (strålriktningen). I andra riktningar än strålriktningen absorberas gammastrålningen till största delen — men icke fullständigt — av strålskärmen. På strålskärmens yta uppgår dosraten till 50—200 milliröntgen/timme. Strålningsnivån är alltså trots strålskärmen inom ett visst område runt strålkällan så hög, att personal icke får uppehålla sig där stadigvarande. Detta område benämnes här strålningsområdet och dess storlek beror på strålskärmens typ och strålkällans styrka. I detta fall når strålningsområdet icke utanför 2 m avstånd från strålkällan (strålskärmen).

I själva strålriktningen kan strålningsområdet dock nå utanför 2 m avstånd från strålkällan. Gammastrålningens intensitet i strålriktningen ökar nämligen på grund av minskad absorption, om materialnivån i den övervakade behållaren sjunker under strålskärmens och detektorns läge. Strålkällans styrka brukar avpassas så, att i strålriktningen blir dosraten vid detektorn cirka 2 milliröntgen/timme vid tom behållare. Strålningsnivån i strålriktningen kan därigenom vara så hög, att stadigvarande vistelse ej kan medges intill detektorn utan först på större avstånd (jfr punkt 6).

Strålskärmen är försedd med en anordning för att avskärma gammastrålningen även i strålriktningen. När strålskärmen är tillsluten av denna avskärmning, absorberas givetvis icke all gammastrålning i strålriktningen, och gammastrålningen i andra riktningar nedsättes icke ytterligare.

### Följande föreskrifter skall iakttagas:

1. När nivåvakten ej användes, t. ex. vid längre driftstopp, skall strålningen (i strålriktningen) vara avskärmad och avskärmningsanordningen låst.
2. Vid inspektion eller underhållsarbete i den nivåövervakade behållaren skall strålningen (i strålriktningen) vara avskärmad. Vid manlucka uppsättes en väl synlig skylt med lämplig text, som erinrar härom.
3. Strålkällan får icke uttagas ur strålskärmen.
4. Ned- eller uppmontering av strålskärmen får endast utföras av kompetent person, väl förtrogen med handhavande av radioaktiva ämnen och med tillgång till erforderlig mätapparatutrustning samt persondosimeter.
5. En väl synlig skylt i icke brännbart material och med följande text skall vara uppsatt vid strålskärmen: "Varning. Radioaktiv strålning. Se meddelade strålskydds-föreskrifter." Dessutom skall skylten vara försedd med varningssymbol för radioaktiv strålning. På strålskärmen skall finnas en skylt i icke brännbart material, som anger isotopslag och mängd radioaktivt ämne jämte varningssymbol.



6. Personal får icke stadigvarande uppehålla sig inom strålningsområdet. Det av statens strålskydds-institut meddelade tillståndet att bedriva radiologiskt arbete, avseende tekniskt ändamål, är grun-dat på av sökanden i särskilt frågeformulär lämnade uppgifter. Frågeformuläret finns som bi-laga till nämnda tillstånd. I frågeformuläret lämnade uppgifter rörande personalens vistelse i nivåvaktens närhet skall iakttagas, så att angivna avstånd icke underskrides och uppehållstiderna icke överskrides.

7. Dessa föreskrifter skall meddelas den personal, som arbetar vid denna apparat.

Desutom erinras om de bestämmelser, som givits i strålskyddslagen (SFS 1958 nr 110). Kärn-fysikaliska avdelningen vid statens strålskyddsinstitut ger upplysningar beträffande tillämpning av dessa föreskrifter och ger anvisningar om åtgärder vid inträffat missöde eller dylikt.

Stockholm i augusti 1968

Kärnfysikaliska avdelningen





# **VARNING!** **Radioaktiv strålning**

**SE MEDDELADE STRÅLSKYDDSFÖRESKRIFTER**

FFA D 342

Exempel på fast monterade skyltar  
som kan förekomma på apparater,  
dörrar eller avspärningar



Skannat av Utkiken





Varningsmärken (etiketter) på förpackning (emballage), som innehåller radioaktivt ämne

Varje kolli skall på väl synlig plats vara utmärkt med något av de här bredvid avbildade varningsmärkena. De röda staplarna anger olika transportklasser. På etiketten står angivet innehåll och aktivitet.



### På järnvägsvagn

Vagn, på vilken radioaktivt ämne transporteras, dock inte resgodsvagn, skall på båda sidor vara försedd med nedan avbildade varningsmärke.



### *På fordon*

Centralt utfärdade bestämmelser om varningsmärke på fordon finns inte.

AB Atomenergi, Studsvik, som utför en väsentlig del av ifrågakvarande transporter i Sverige, har för sina transporter fastställt nedan avbildade varningsmärke.



## **Detta fordon transporterar RADIOAKTIVT MATERIAL**

**Uppehåll Er inte onödigtvis i eller nära fordonet  
Vid olyckshändelse ring omedelbart till:**

---

**samt se anvisningar på skyltens baksida**

**AB ATOMENERGI**

### *Framsida*

#### **ÅTGÄRDER VID OLYCKSHÄNDELSE**

1. För undan och ta hand om ev. skadade personer.
2. Avspärra området inom vilket radioaktivt material kan antagas förekomma.
3. Försök att ta reda på om något kולי öppnats eller skadats. **IAKTTAG FÖRSIKTIGHET.**
4. Uppehåll Er endast undantagsvis närmare än ca 5 m från oskyddat radioaktivt material.
5. Undvik uppehåll på läsidan. Vid brand använd om möjligt andningskydd.
6. Tag vara på följesedlar i förarhytten.
7. Försök med ledning av följesedlar, etiketter och/eller identifikationsbeteckningar få kännedom om kollins innehåll och antal.
8. Flytta undan, om så är möjligt och påkallat, kולי, som inte öppnats eller skadats.
9. Kontakta jourhavande strålkyldefysiker i Studsvik, tel. 0155/80 000 eller avsendare resp. mottagare och lämna bästa möjliga information om olyckan.
10. Lämna om möjligt kvar någon som väkt vid olyckplatsen.

### *Baksida*

Skannat av Utkiken



Exempel på fraktsedel angående transport av radioaktiva ämnen

Avalörens uppgifter skrivs i RIR med brunt tryck.  
Lämnas till transportföretaget med bilden  
sambandande med stämman.  
Kvittenspapper avlämnas.

**JANHUAG - 110001**  
Används till samordning av godset på järnväg

För detta avsedd utlämnas det föreliggande befordringsbeviset  
måttlar, vars användningstid utgår från denna sedel.

Godsbeställare namn och postadress <b>Statens strålklyveminstitut</b>		☐ Runt A	<b>FRAKTSEDEL SIS</b> 287		☐ Transportör A
Fraktkod <b>104 01 STOCKHOLM 60</b>		Underförskott till ställgärens lön eller för transportföretag			
Godsmottagare namn och postadress <b>AB Statens skogsindustrier</b>		☐ Runt B			
<b>FIVEL</b>		Transportansett			
referens: <b>fil hand Landkvist</b>					
Leveransadress från avsändare <b>Utvecklingslaboratoriet</b>		Fraktkost kr			
<b>FIVEL</b>		Tidningsnummer <b>0911/119 70</b>		Transportörers adressering	
Avsändningsstation <b>STOCKHOLM O</b>					
Bestämningstation <b>FIVEL</b>		☐ Transportör B			
Såväl bestämningstationer som vidarebefordran					
☐ Marknummer	Kohortsl. slag <b>1 1A</b>	Varuslag <b>Radioaktiva varer IV b</b>	☐ Driftkost lag	☐ Valym	
varunummer <b>5, Stiff.</b>					
Godsets beskaffenhet och emballering enligt föreskrifterna 1-Stiff. Grupp IV, kol-14 fast form, 1,26 millicurie, 1-VIF, TYP A					
Transportföretagets behållare typ nr					
Fraktbetalningsföreskrift <b>Fritt</b>			Relat	☐ Frakt	☐ Extra avgift
Namn och postadress för annan betalningsmottagare än godsavändaren		Betalningsmottagarens adress		☐ Betalningskost lag	
Betalningsmottagarens postadress		☐ Anv. betalt			
Faktura/bekräftelse		☐ Belopp kr			
☐ Av godsavändaren utförd		☐ Myndighet			
☐ Av godsavändaren utförd		☐ Faktura			
☐ Av godsavändaren utförd		☐ Ertkrav kr			
☐ Av godsavändaren utförd		☐ Användnings			
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Skannat av Utkiken

