

# ICRP

## Omvärdering av internationella regler för bedömning av strålningsrisker

Sedan upptäckten av den joniserande strålningen för drygt 100 år sedan har såväl det praktiska strålskyddet som regelverket bakom riskbedömningarna utvecklats kraftigt. Verksamheten har varit utomordentligt framgångsrik trots den dynamiska utvecklingen av användningen av radioaktiva ämnen och röntgen inom medicin och industri.

Det internationella regelverket för skydd mot joniserande strålning har dock genom åren blivit alltmer komplext och därigenom svåröverskådligt. Inte bara lekmän utan även experter har stundtals övertolkat den vetenskapliga kunskapsbasen, något som ibland lett till uttalanden som saknar vetenskaplig grund.

Ett exempel är uppgifter om antalet förväntade dödsfall på grund av Tjernobylolyckan. Det har sagts även i officiella sammanhang att 50 000 människor i Europa, varav 300 i Sverige, kommer att dö i cancer till följd av utsläppen från Tjernobyl under en 50-årsperiod. Det anses numera att det inte finns någon medicinsk/vetenskaplig grund för sådana prognoser.

Under de senaste tio åren har regelverket utsatts för omfattande internationell vetenskaplig kritik. Som ett svar på denna kritik har Professor Roger H Clarke, ordförande i den internationella strålskyddskommissionen (ICRP), nyligen presenterat förslag till ett enklare och därmed mer begripligt regelsystem.

Den internationella diskussionen om ICRPs riskmodell och Professor Clarke's förslag till ändringar kommer att pågå ytterligare några år. Eventuella ändringar i de nationella regelverken, som styr det praktiska strålskyddsarbetet, torde bli aktuella inom fem till tio år.

## Historik

Röntgenstrålningen upptäcktes 1895 och radioaktiviteten ett år senare. Redan inom ett år insåg man att de nya strålarna innebar risker för människan och 1896 etablerades de första strålskyddsanvisningarna, referens [1].

Under det nya seklets första årtionden utvecklades en rad lokala och nationella strålskyddsregler och 1925 bildades ett första internationellt organ "The International Congress of Radiology" med syfte att utarbeta internationella regler och standards.

1928 bildades "International Commission on Radiological Protection" (ICRP), som utvecklats till det sedan länge helt dominerande internationella organet för vetenskaplig analys och rekommendationer inom strålskyddsområdet.

ICRPs rekommendationer accepteras i praktiskt taget alla länder och utgör sedan länge grundvalarna för de nationella regelsystemen och lagstiftningen på strålskyddsområdet.

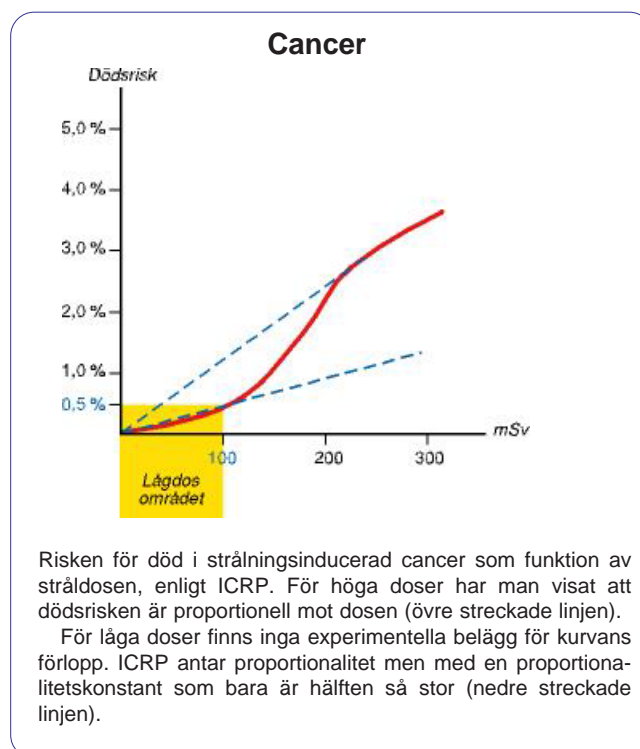
De första rekommendationerna från ICRP gick ut på att skydda individer från akuta strålskador (t ex hudrodnader, brännskador, skadade kroppsdelar som i värsta fall amputeras och s k strålsjuka vid mycket höga stråldoser över hela kroppen) genom att ange övre högsta tillåtna stråldoser (tröskelvärden). Detta synsätt behölls under flera årtionden.

### LNT – den linjära hypotesen

1955 övergav ICRP begreppet tröskeldoser och införde ett nytt synsätt som innebar att i princip inga doser över bakgrundsnivån kunde betraktas som säkra.

Principen, som beskriver risken för sena skador (cancer)

som funktion av stråldosen kom så småningom att kallas LNT (=Linear No Threshold) eller den linjära hypotesen. Den innebär ett antaget linjärt beroende mellan sannolikhet för cancer och ärftliga skador och stråldos ända ner till dosen noll.



Den vetenskapliga bakgrunden för den nya principen var dels epidemiologiska bevis för en förhöjd cancerfrekvens bland radiologerna själva i USA, dels indikationer på förhöjd risk för leukemi bland atombombsoffren i Hiroshima och Nagasaki.

Den nya principen innebar en övergång från enbart deterministiska (orsaksrelaterade) effekter, där den akuta skadans omfattning var direkt proportionell mot stråldosen över en viss tröskeldos. Under tröskeln ansågs skadan vara obefintlig.

Nyheten innebar att man dessutom (och framför allt) analyserade stokastiska (slumpmässiga) effekter, där *sannolikheten* av cancer och ärftliga skador – inte som tidigare skadans *omfattning* – förutsattes vara proportionell mot stråldosen.

Vid deterministiska akuta effekter finns ett direkt samband mellan den person som utsatts för en stråldos och denna persons skada.

Vid stokastiska effekter i det här sammanhanget är det inte givet att den som utsatts för en stråldos utvecklar cancer (och ärftliga skador), men sannolikheten för att cancer utvecklas ökar proportionellt mot dosen.

### ALARA

Den nya riskmodellen, framför allt övergivet av föreställningen om en tröskeldos, innebar att acceptansen av risk måste formuleras på ett annat sätt än tidigare. Till att börja med användes om tillåtliga doser uttrycket ”lowest possible”, som sedan (1959) nyanserades till ”as low as practicable” för att 1966 ersättas av ”as low as is readily achievable”.

1973 användes för första gången den fras som fortfarande är vägledande i modern strålskyddsplanering, ”as low as is reasonable achievable”. Frasen förkortas ALARA. ICRP rekommenderar att vad som är ”ALARA” beror på svaret på frågan: ”Is the collective dose sufficiently low that further reduction in dose would not justify the incremental cost required to accomplish it?”.

Med utgångspunkt från en rad epidemiologiska studier, framför allt av de överlevande från Hiroshima och Nagasaki, har ICRP kunnat enas om en rekommendation av storleken på sannolikheten att få cancer vid en viss stråldos.

Denna s.k. riskkoefficient (dvs. lutningen på den räta linje som beskriver risken som funktion av stråldosen) har justerats (omkring 1990) och är nu något högre än tidigare.

En detaljerad beskrivning av riskerna med joniserande strålning finns i referens [2].

### Kollektivdos

Samtidigt med ALARA-principen infördes ett nytt begrepp,

som sedan kommit att spela stor roll, nämligen kollektivdos (dvs. alla individdoser från en viss strålkälla eller utsläppspunkt summerade under viss tid, ibland långt in i framtiden t.ex. 10 000 år).

Dessutom infördes ett ekonomiskt kriterium inom strålskyddet baserat på cost-benefit analys (dvs. nödvändiga skyddsåtgärder skulle bedömas med utgångspunkt från en analys av kostnader och nytta).

Denna typ av analys har använts inom strålskyddet nästan enbart för att väga olika strålskyddsåtgärder mot varandra, mera sällan för en rationell analys ur samhällsekonomisk synvinkel.

ALARA och begreppet kollektivdos var ursprungligen tänkt att användas för att optimera olika strålskyddsåtgärder, men under en lång rad av år har t.ex. kollektivrisk ibland använts felaktigt för att beräkna antalet dödsfall i cancer på grund av ett visst utsläpp eller strålkälla.

Exempel på sådant missbruk är uppgifterna att Tjernobylyckan kommer att leda till 50 000 dödsfall i cancer i Europa, varav 300 i Sverige, inom en 50-årsperiod. Det anses numera att det inte finns någon medicinsk/vetenskaplig grund för sådana prognoser.

Även den svenska strålskyddsmyndigheten har tidigare angett sådana siffervärden men har blivit mera strikt i sin bedömning av radiologiska kollektivrisker under de senaste åren.

### Best Available Technique

Sedan 1977 har ICRPs risksystem förfinats ytterligare, men de principer som etablerades i slutet av 1970-talet används fortfarande. Ett nytt begrepp, som framför allt kommit till användning vid begränsning av de framtida strålriskerna från kärnkraftens avfallsförvaring, är BAT = Best Available Technique (infördes av SSI i Sverige 1998 i SSI FS 1998:1).

BAT har dock inte sitt ursprung inom radiologin utan inom den kemiska industrin.

Det råder ingen tvekan om att ICRPs riskmodell varit framgångsrik under den synnerligen omfattande och dynamiska utveckling som ägt rum vad gäller dess tillämpningsområden sedan 1950-talet.

Som exempel kan nämnas att de radiologiska arbetsmiljöfrågorna vid kärnkraftverken kunnat hanteras på ett rationellt sätt med enastående låg skadefrekvens. ICRPs riskmodell har under senare tid bildat skola för vissa typer av kemisk riskhantering (som ju ofta också medför risk för cancerskador).

## Forskarkritik

Trots den stora användbarheten har ICRPs riskmodell och riskvärderingar kritiserats under lång tid av en rad forskare inom de radiologiska vetenskaperna.

Redan under 1970-talet ansåg några kritiska forskare att risken vid låga stråldoser (låga i förhållande till dem som accepteras vid radiologiskt arbete) var väsentligt högre än vad ICRP angav.

Som bevis åberopades epidemiologiska studier vid och omkring kärnkraftverk, först i USA och sedan också i bl.a. Storbritannien. Dessa studier har sedermera visat sig innehålla

metodfel och numera är det praktiskt taget enighet bland vetenskapsmän att ICRPs riskkoefficient säkert inte underskattar strålriskerna.

En annan kritik, som framförs i en ökande omfattning, går ut på att risken vid låga stråldoser är en hypotes och erhålls som en extrapolering av de observerade ökade cancerriskerna vid väsentligt högre stråldoser (som t.ex. de överlevande i Hiroshima och Nagasaki utsattes för).

För låga stråldoser (under 20 - 50 mSv) finns ingen observation av förhöjd cancerrisk. Det är dessutom sannolikt att

man i framtiden med epidemiologiska studier svårigen kommer att kunna observera en förhöjd cancerrisk vid låga stråldoser.

Skälet är att det finns en naturlig variation av antalet cancerfall, en variation som kan ha alla möjliga orsaker, och vid låga stråldoser är ökningen av cancerrisken för individen obetydlig i förhållande till den naturligt förekommande cancerfrekvensen.

Kritikerna menar att en risk som vi aldrig kommer att kunna mäta inte bör användas som en konkret angiven sannolikhet för död i cancer.

Radiobiologer hävdar att det inte finns några biologiska experimentella system som visar att doser mindre än motsvarande en helkroppsdos på 20 - 50 mSv leder till en ökad frekvens av cancer.

ICRPs riskmodell i detta område bygger således på en hypotes vilken inte kunnat verifieras experimentellt.

### LNT-hypotesen motiverad - trots allt

Mot denna typ av kritik har hävdats att den linjära hypotesen, som ICRPs riskmodell bygger på, ger ett enkelt, praktiskt och väl fungerande verktyg för strålskyddspersonal och strålskyddsmyndigheter att hantera och värdera alla typer av radiologiska risker.

Även om det är så att det saknas vetenskapliga (epidemiologiska och biologiska) bevis på skadlig verkan av låga stråldoser så ger den linjära hypotesen ett övre värde på sannolikhet för cancer. Därför motiverar de stora praktiska fördelarna användningen av den linjära hypotesen även om strikt vetenskapliga bevis saknas.

Slutligen har ICRP också angräpits av forskare som anser det bevisat (genom epidemiologiska studier) att strålning i lagom stora doser kan ha en positiv effekt på människans hälsa (s.k. hormesis).

Dessa forskare är få och den vetenskapliga basen för deras argumentering förefaller svag.

### Inkonsekvenser i tillämpningen

Parallellt med debatten om den vetenskapliga basen för ICRPs riskmodell har det under en längre tid också pågått en diskussion om vissa inkonsekvenser i den praktiska tillämpningen av ICRPs rekommendationer.

## Förslag till förändringar

Den ovan relaterade kritiken mot tillämpningen av ICRPs riskmodell har med ökande intensitet debatterats i en rad olika media under 1990-talet.

Nuclear Energy Agency (NEA) inom OECD har sedan länge en "Committee on Radiation Protection and Public Health" (CRPPH), som i mitten av 90-talet tog initiativ till en mera samlad granskning av erfarenheterna av ICRPs riskmodell.

En första genomgång publicerades 1996, referens [3]. Artikel, som avslutas med en rekommendation till en fortsatt fördjupad analys av strålskyddsverksamhetens regelverk och en öppen debatt om begränsningar och möjligheter, har fått stor uppmärksamhet

Sedan den linjära riskmodellen infördes på 1950-talet har ju tillämpningsområdena vuxit kraftigt, framför allt inom kärnkrafttekniken; urangruvor, kärnkraftverk i normaldrift och vid olyckor, avfallstransporter, upparbetning av högaktivt avfall samt slutförvaring av det radioaktiva avfallet. Men även inom medicinen.

### Individuell kontra kollektiv risk

En närliggande kritik gäller att vissa tillämpningar av ICRPs riskmodell är svårbegripliga för allmänheten, nyhetsmedier och samhällets beslutsfattare.

Ett exempel är att myndighetsbedömningar med utgångspunkt från de båda begreppen individuell risk och kollektiv risk kan leda till olika rekommendationer, något som uppfattas som motsägande av en bred allmänhet.

SSI gav tex efter Tjernobylolyckan rådet att inte äta persilja från Gävletrakten (grundat på en bedömning av kollektivrisken) men till dem som redan ätit gavs beskedet att ingen förhöjd risk förelåg (grundat på bedömningen av individens risk).

Samhällets förtroende för ICRPs riskmodell (och de ansvariga myndigheterna) riskerar därmed att undergrävas på sikt.

En annan typ av kritik mot samhällets tillämpning av ICRPs riskmodell är att den visserligen kan utgöra ett utomordentligt verktyg för att optimera strålskyddsverksamheten, men att den är svår att använda på ett korrekt sätt i dagsläget då det gäller att göra en effektiv total cost-benefit analys för samhällets totala riskhantering. Ett exempel i Sverige är svårigheterna att jämföra olika energislag ur miljö- och hälsosynpunkt.

### ICRPs enkla riskmodell

Enkelheten i mätförfarandet i kombination med ICRPs enkla riskmodell (en rät linje ner till stråldosen noll) leder till att bokstavligen talat *all* strålningsrisk kan ges ett siffervärde.

Det summeras sedan (via kollektivdosbegreppet) till ibland stora tal (förväntade antal dödsfall efter Tjernobyl-olyckan i Sverige eller förväntade antal cancerfall under tiotusentals år på grund av utsläpp av små mängder kol-14 vid normaldrift av kärnkraftverk).

Motsvarande verktyg är för närvarande inte så väl utvecklade vid bedömning av samhällets risker från användningen av kemiska ämnen eller läkemedel.

Nästa samlade utspel kom från professor *Roger H Clarke*, som är ordförande i ICRP och generaldirektör för brittiska strålskyddsmyndigheten. Clarke anser att de grundläggande delarna av ICRPs riskmodell (bl.a. LNT) borde bibehållas men att en hel del praktiska tillämpningar (bl.a. användningen av kollektivrisker) bör omvärderas och moderniseras.

Han har också föreslagit en mer praktisk attityd till låga stråldoser. Dostillskott under 0,01 mSv/år anges som obetydliga ("negligible") och under 0,1 mSv/år som ointressanta ("trivial"). Dessa nivåer skall ses i förhållande till den naturliga bakgrundsstrålningen som i Sverige, exklusive stråldoser från radon, är cirka 1 mSv/år (med en geografisk variation på 0,5 mSv uppåt och nedåt).

Clarke's utspel, referens [4], väckte stor uppmärksamhet och hans förslag har sedan debatterats informellt bland världens alla strålskyddsexperter och formellt vid en rad konferenser.

Den nämnda OECD/NEA-organisationen CRPPH har med utgångspunkt från Clarke's första konkreta förslag publicerat "A Critical Review of the System of Radiation Protection", referens 5.

Roger H Clarke har vid konferenser under våren och sommaren 2000 presenterat bearbetade versioner av sitt ursprungliga förslag.

Under hösten 2000 inleder ICRP en formell procedur för översyn av sitt regelsystem.

### Öppen debatt

Vid sidan om alla nya förslag och mer eller mindre kritiska

röster finns det i Roger H Clarke's men framför allt i CRRPHs skrifter en direkt inbjudan till en öppen debatt mellan alla berörda aktörer.

Detta är i själva verket något helt nytt eftersom ICRP sedan starten 1928 i praktiken fungerat som en sluten organisation av kvalificerade vetenskapsmän och ledande representanter för nationella strålskyddsmyndigheter.

Det kommer att föras en öppen debatt om ICRPs riskmodell och dess tillämpningar under de närmaste åren. Allt tyder på att diskussioner kommer att leda till en del ändring i vissa viktiga avseenden.

ICRP kommer troligen att utfärda nya rekommendationer inom en femårsperiod och nationella myndigheter väntas publicera nya föreskrifter inom fem till tio år.

*Carl-Erik Wikdahl*

### Referenser

- [1] Bo Lindell "Pandoras ask", Atlantis 1996 ISBN 91-7486-347-9
- [2] Evelyn Sokolowski "Hur farlig är joniserande strålning?" Analysgruppen, Bakgrund nr 3, september 1994
- [3] OECD/NEA 1996: *Developments in Radiation Health Science and their Impact on Radiation Protection*
- [4] Roger H Clarke: *Control of low-level radiation exposure: time for a change?* Journal of Radiological Protection 1999 (Vol. 19 No. 2, 107 – 115)
- [5] OECD/NEA 2000: *A Critical Review of the System of Radiation Protection*

---

Publikationerna Bakgrund och Faktaserien ges ut av analysgruppen vid Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB (KSU).

Gruppens huvuduppgift är att sammanställa och analysera fakta kring frågor som kommer upp samhällsdebatten med anknytning till reaktorsäkerhet, strålskydd, radiobiologi och riskforskning.

Skriftserier och rapporter publiceras på analysgruppens hemsida. Den innehåller också ett omfattande länkbibliotek till nationella och internationella forskningsorganisationer, kärnkraftmyndigheter och kraftföretag.