

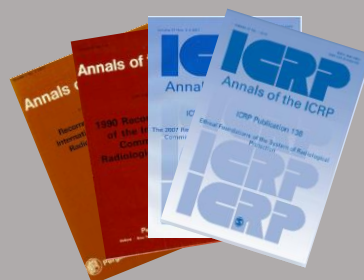


# Från ICRP till verklighet

Historien bakom personalstrålskyddet

Jakob Heydorn Lagerlöf

[jakob.lagerlof@regionvarmland.se](mailto:jakob.lagerlof@regionvarmland.se)

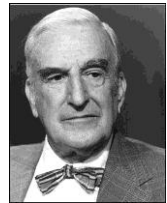


Strålskydd och filosofi, tunga ämnen. Hoppas vi alla orkar hålla oss vakna!

Strålskydd är inte bara en fråga för vetenskapen. Det är ett filosofiskt och moraliskt problem som kräver yttersta visdom.

*Lauriston S. Taylor, 1956*

(fritt översatt)



Ungefär såhär så Lauriston Taylor. Han var en amerikansk fysiker och en av grundarna till Internationella strålskyddskommissionen (ICRP). Han hade olika uppdrag i kommissionen under 65 års tid.

# Regelverket



Rutiner  
(verksamheten)

Ledningssystem för  
strålskydd (tillståndshavare)

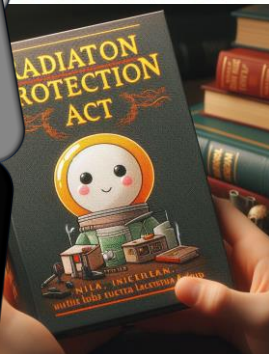
Strålskyddsförordning  
(regeringen)

Strålskyddsdirektiv (EU)

Strålskyddsföreskrifter  
(SSM)

Strålskyddslag (riksdagen)

Strålskydds-  
rekommendationer (ICRP)



Men vad har ICRP med saken att göra?

## Grundprinciper



Berättigande

Dosgränser  
Tolerans

Optimering  
Rimlighet

- Berättigandet avgör om en aktivitet, som innefattar bestrålning över huvud taget ska få äga rum
- Syftet med gränserna är att säkerställa att ingen enskild individ får en oacceptabelt hög dos
- Optimering ska begränsa risker eller doser. ALARA-principen: så lågt som det är rimligt möjligt

Grundprinciperna kommer från moralfilosofin, som handlar om vad som är rätt och fel, vad vi borde göra och vem som har ansvar för vad. Här har ICRP blandat flera konkurrerande etiska inriktningar och det är inte helt lätt att kombinera principerna, framförallt optimering och dosgränser, men man kan tänka att de har en prioriteringsordning.

Berättigandet är en förutsättning och kommer därför först.

Därefter kommer dosgränser och sist en optimering av den kollektiva dosen.

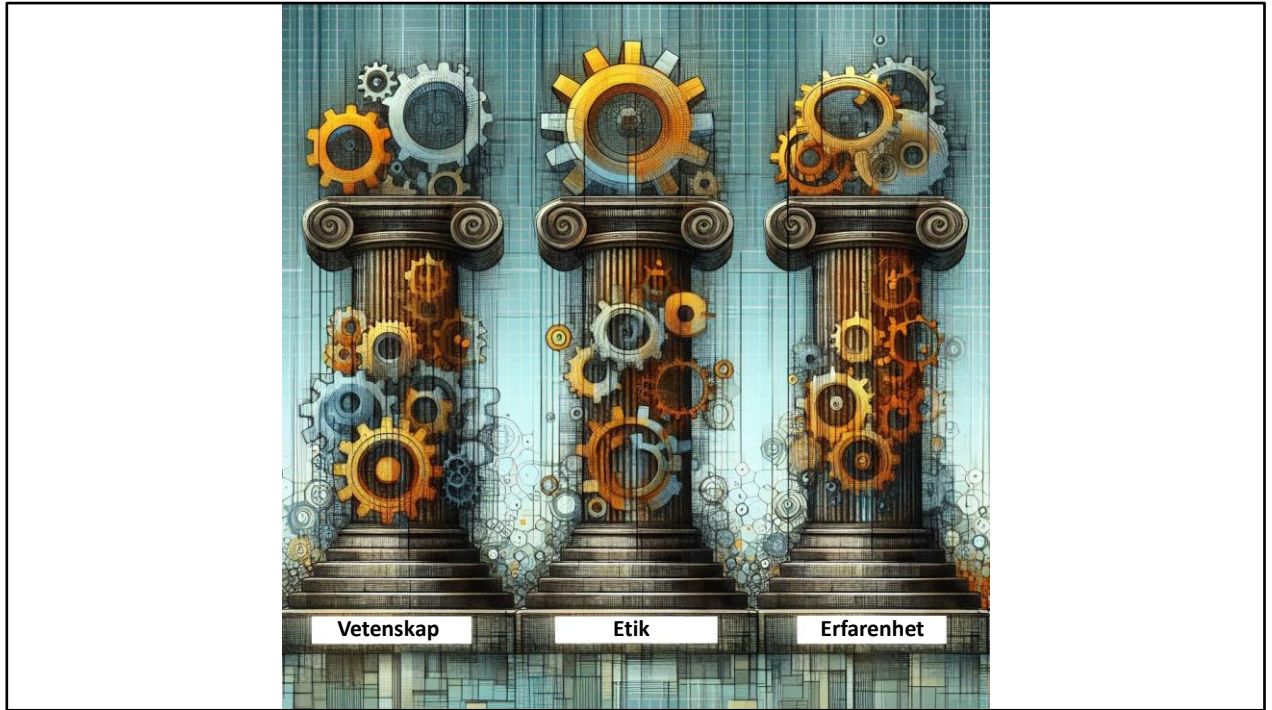
Strålskydd är inte bara en fråga för  
vetenskapen. Det är ett filosofiskt och  
moraliskt problem som kräver yttersta visdom.

*Lauriston S. Taylor, 1956*

(fritt översatt)

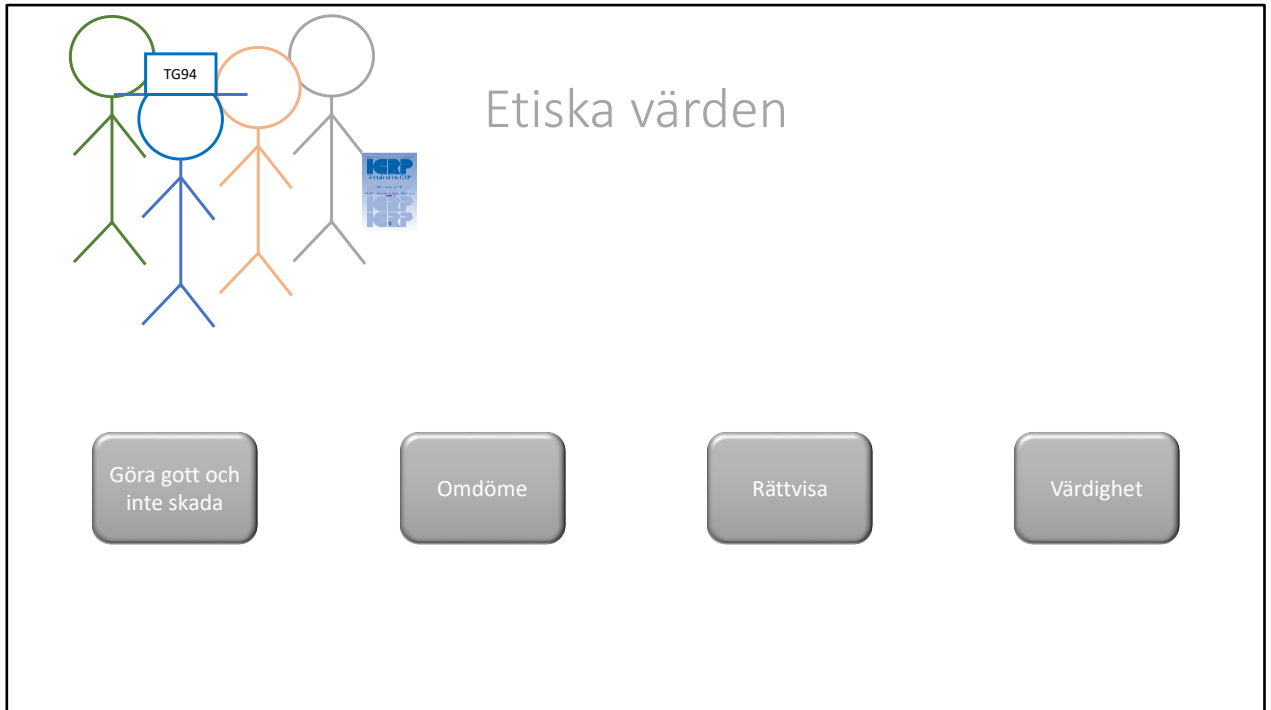
Vi återgår till Taylor.

Detta var första gången någon påtalade strålskyddets bredd på det här sättet.



Genom sin formulering lyfte han fram de tre pelarna i systemet för strålskydd, nämligen vetenskap, etik och erfarenhet.

Men ICRP har egentligen inte nämnt etiken. Rekommendationerna och publikationerna har behandlat strålskyddsfrågor utifrån vetenskap och erfarenhet. Så småningom insåg man att det inte räcker, utan att vissa värderingar finns med underförstått.



2013 satte ICRP ihop en arbetsgrupp, TG94, som fick i uppdrag att plocka fram de etiska grunderna ur ICRP:s publikationer. Dessa sammanfattades i publikation 138 2018, och skulle sedan ligga till grund för det fortsatta arbetet.

Göra gott och inte skada är 2000 år gamla värden som är hämtade från den hippokratiska eden (om vad en läkare ska och inte ska göra). Göra gott kan syfta på den direkta nyttan vi har av strålning och "inte skada" har att göra med förebyggande arbete, att begränsa risker

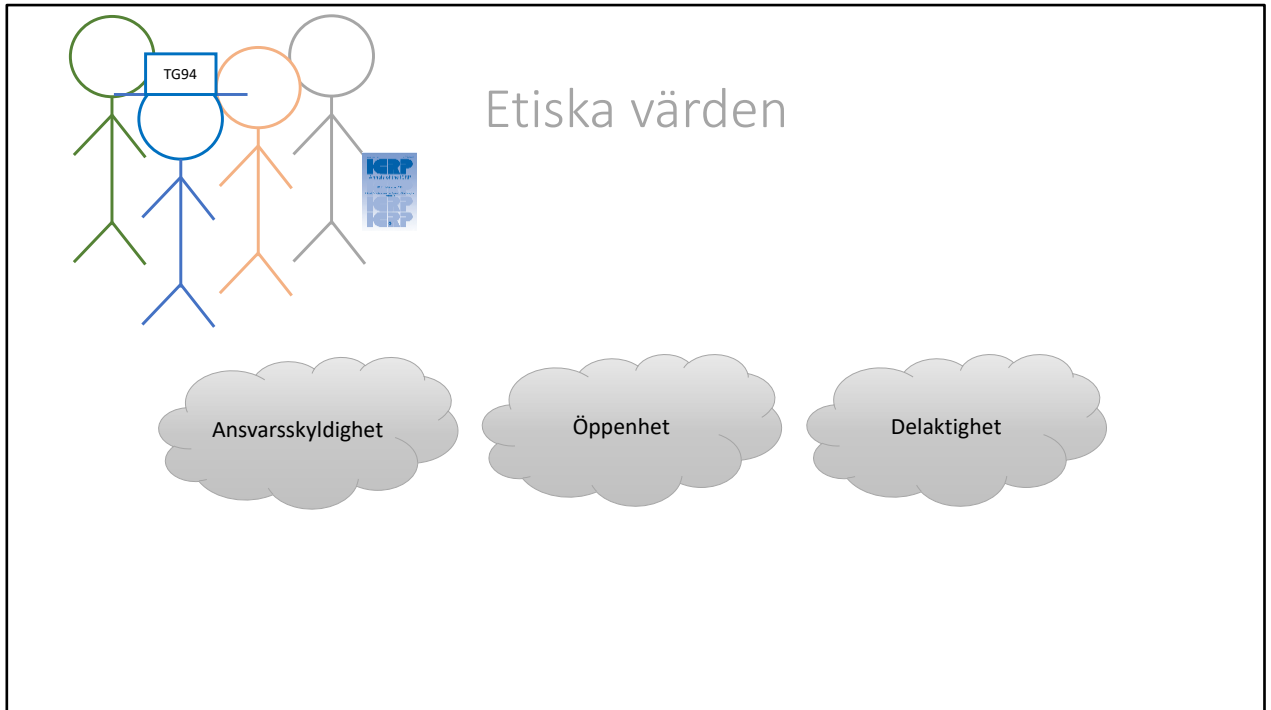
Jag har valt termen omdöme där ICRP använder begreppet prudence i en vidare betydelse än försiktighet. Det handlar om att göra väl avvägda val utifrån begränsad information, det är besläktat med försiktighetsprincipen, men innebär inte att risken alltid ska minimeras. Ett exempel på när det här begreppet används är vid låga doser och dosrater, där vi inte har så stor kunskap men antar att riskerna per dos är desamma som för högre doser.

Rättvisa handlar om hur stråldoserna fördelas mellan individer, detta görs med dosgränser och rättvisan gäller även kommande generationer.

Värdighet syftar på att alla människor alltid ska behandlas utifrån vad som är bäst för

dem och inte för att uppnå något annat syfte. Det kommer från FN:s deklaration av mänskliga rättigheter. Det innebär till exempel att man ska informeras om för- och nackdelarna med en bestrålning för att kunna besluta om man ska utsättas för den.





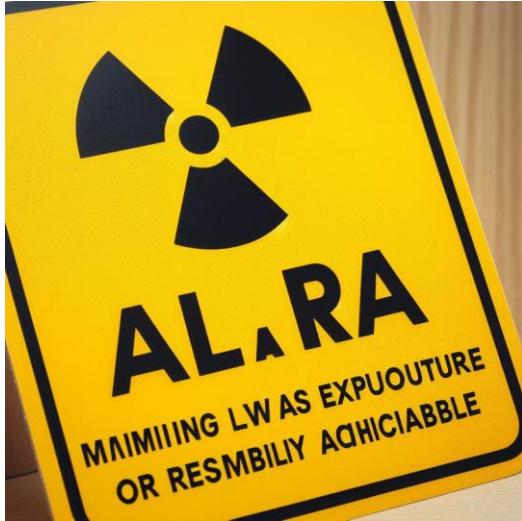
I samband med det här definierade ICRP också en uppsättning procedurvärden, mer moraliska regler, för att se till att det konkreta strålskyddsarbetet följer de etiska principerna. De mest centrala procedurvärdena är ansvarsskyldighet, öppenhet och delaktighet.

Ansvarsskyldighet är att alla ska hållas ansvariga gentemot alla som påverkas av deras aktiviteter, även kommande generationer och det innebär en skyldighet att rapportera aktiviteter till rätt myndighet.

Kravet på öppenhet gäller både aktiviteter, strålskydd och beslutsprocessen som ligger bakom valet av strålskyddsåtgärder

Delaktighet handlar om att den som bedriver en verksamhet ska engageras i strålskyddsbeslut som den påverkas av

## Rimlighet (1950-tal)



Begreppet rimlighet har använts av ICRP i olika former sedan 50-talet, långt innan principerna formulerades.

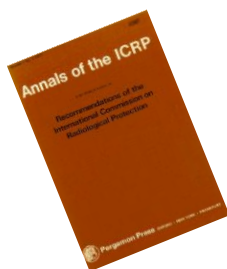
Rimlighetsbegreppet introducerades på grund av att det fanns osäkerheter kring strålningens stokastiska effekter (cancer och genetiska förändringar) och att man därför inte enbart bör förlita sig på fasta gränsvärden.

Rimligheten försökte man till en början att räkna ut med nytto-kostnadskalkyler.

## Vad är en försumbar risk?



ICRP 26 (1977)



## Tolerans

- Inga deterministiska effekter under ett helt yrkesliv
- Jämför med risker för "säkra" områden
- Referensrisk:  $2 \cdot 10^{-4}$ /år



Dosgräns: 50 mSv/år

Toleransbegreppet kom lite senare, 1977 i publikation 26.

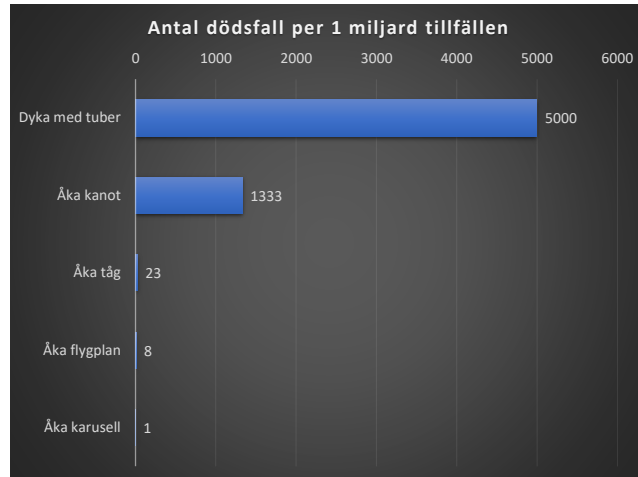
Där specificerar ICRP att gränsvärden ska väljas så att inga tröskelvärden för deterministiska effekter uppnås, ens vid exponering under hela livet.

För de stokastiska effekterna föreslår de gränsvärden genom att jämföra strålningsrisker med andra risker. Man tog fram ett gränsvärde genom att utgå från en risk som anses acceptabel inom något annat område som betraktas som säkert.

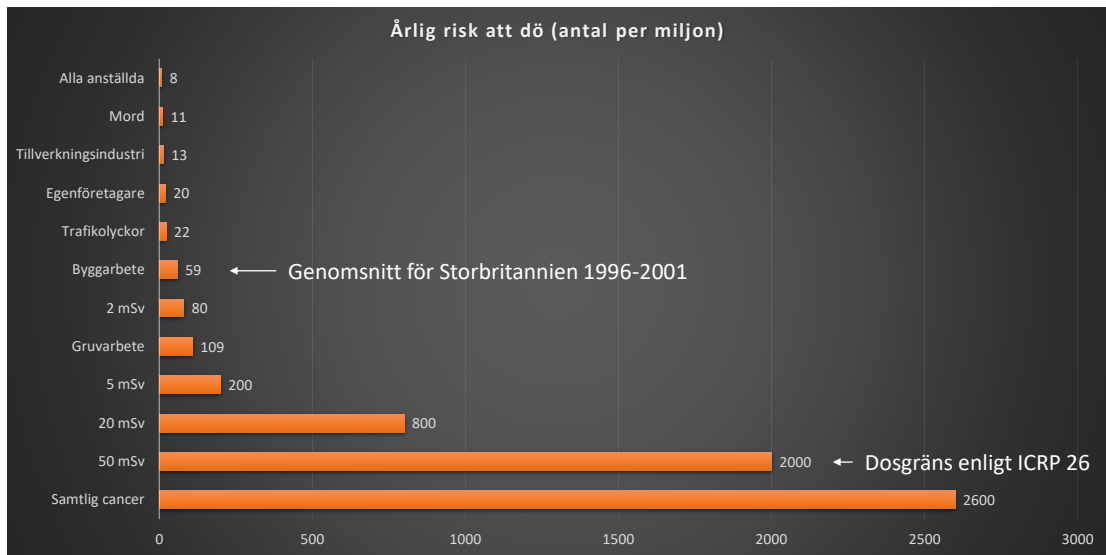
Då ansågs 2 på 10 tusen vara en acceptabel årlig sannolikhet att dö på grund av arbetsrelaterade olyckor och man valde att sätta dosgränsen till 50 mSv per år

Det är någonting som är lite underligt här. Vi ska jämföra lite risker.

## Jämföra risker mellan olika aktiviteter



## Jämföra risker



Stor skillnad mellan byggarbetare och 50 mSv!



Meeeeeeen...

## Referensrisk och dos



$$R_r = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Sievert per år(årsdos)} = \frac{\text{Risk per år}}{\text{Risk per Sievert}}$$

$$D = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^{-3} \neq 50 \cdot 10^{-3}$$

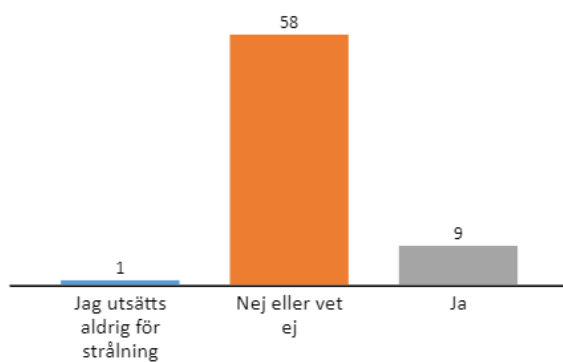
När ett kriterium för årlig dos skulle tas fram tittade man på vad den genomsnittliga risken bedömdes vara på en säker arbetsplats (representativ risk), snarare än högsta acceptabla risken, eftersom det oftast är det som avses, och man kom då fram till att det är troligt att den genomsnittliga dosen, erfarenhetsmässigt, skulle uppgå till c:a en tiondel av den satta dosgränsen. Detta ledde till att man definierade en (effektiv) dosgräns på 50 mSv per år, med en förmodad medeldos på c:a 5 mSv per år, vilket motsvarar en årlig sannolikhet på  $2 \cdot 10^{-4}$  för dödlig cancer. Man hänvisade då till en ungefärlig risk av 4%/Sv, som ett snitt för vuxna människor.



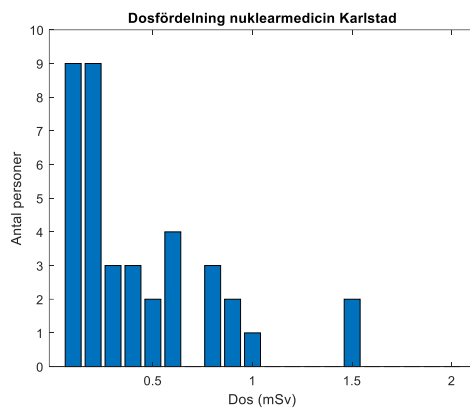
## Vad blir årsdosen egentligen?

Gå till [mentimeter.com](https://mentimeter.com) | och använd koden 87278036

Har du någonsin fått en årsdos på c:a 3 mSv eller mer?

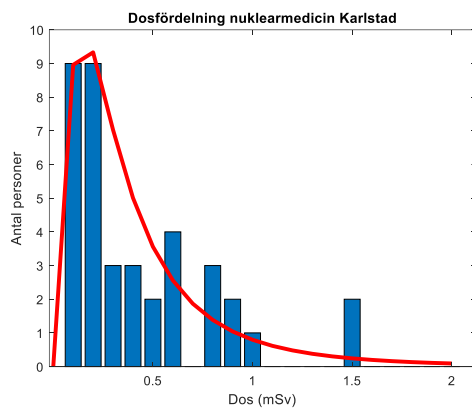


## Vad blir årsdosen egentligen?



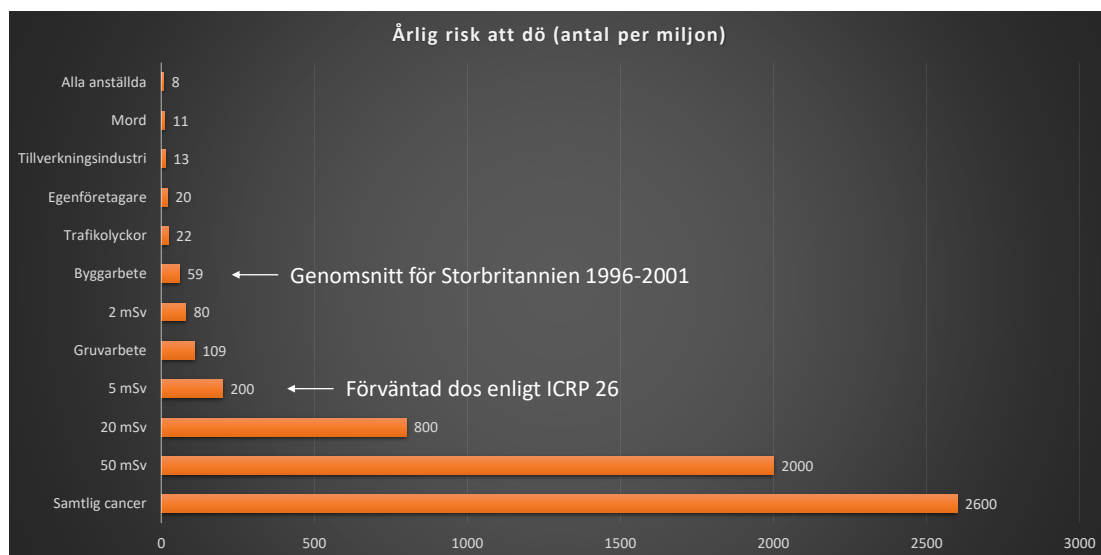
Här är stråldoserna till personal på nuklearmedicin i Karlstad under de senaste åren. Man ser ju att värdena till och med ligger under en tiondel av dosgränsen.

## Vad blir årsdosen egentligen?



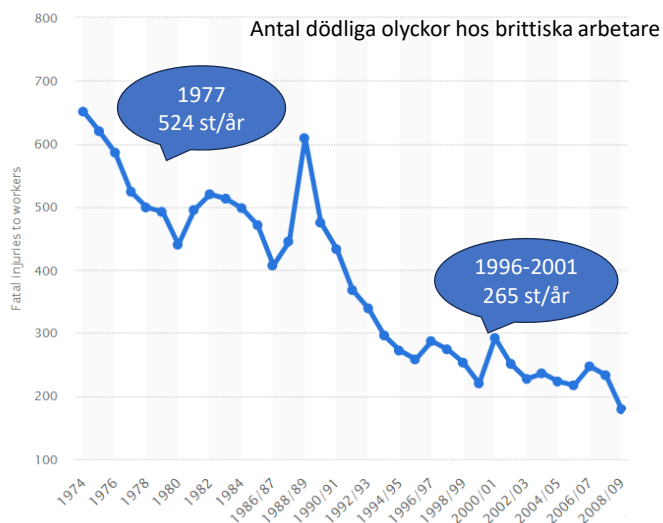
Här har jag lagt på en log-normalfördelning. Nu är det ganska lite data vi har här, men alldeles tokig passform är det ju inte.

## Jämföra risker



Tillbaka till riskerna. Om vi istället jämför med 5 mSv...

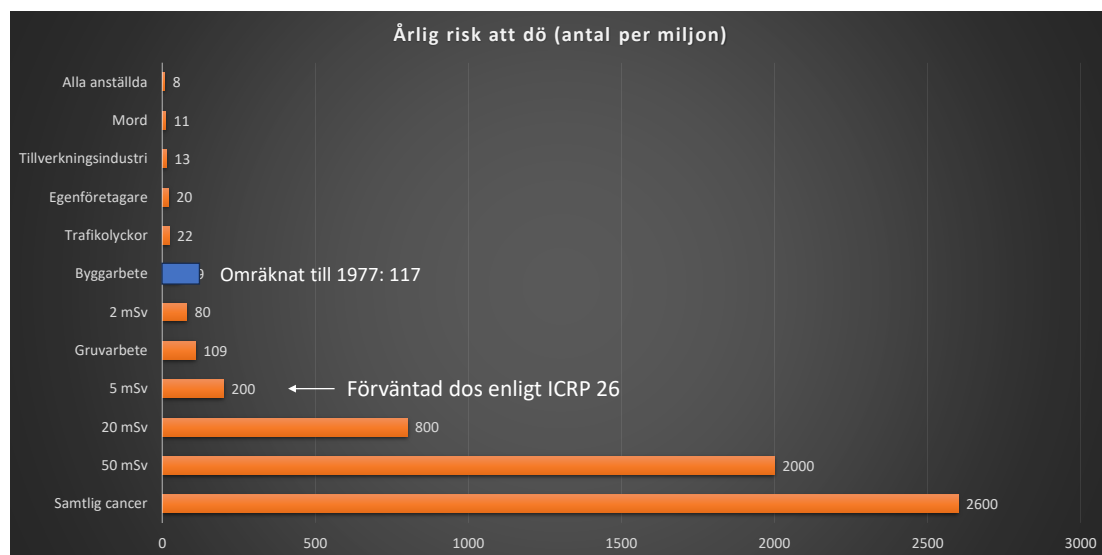
## Jämföra risker



[hse.gov.uk](http://hse.gov.uk)

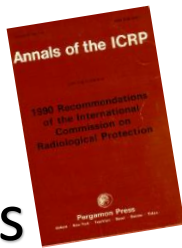
Men vad har hänt med olycksstatistiken mellan 1977 och 1996-2001? Den har halverats. Toppen 1988 kommer från en brand på oljeplattformen Piper alpha i Nordsjön, då 167 av de 226 personerna omkom.

## Jämföra risker



Om vi tar hänsyn till det och räknar om det till 1977 blir skillnaden ännu mindre, nu är det definitivt samma storleksordning

ICRP 60  
(1991)



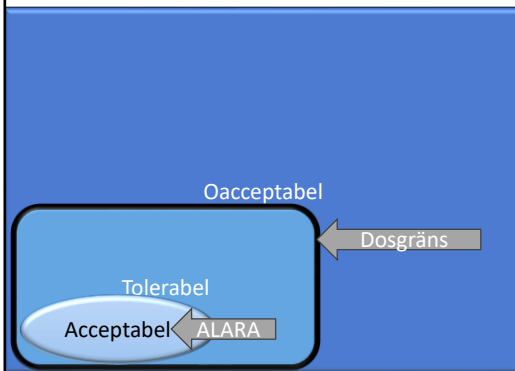
Acceptans

50 mSv  $\Rightarrow$  >8%



- Minskad förväntad livslängd
- Åldersspecifik dödlighet
- Förlorad tid
- Årlig risk

10, 20, 30, 50 mSv



I ICRP 60 (1991) har man tagit bort kopplingen till andra "säkra yrken" och övergått till att dela upp risker i tre nivåer: oacceptabla, tolerabla och acceptabla.

En tolerabel risk är inte oacceptabel men inte heller nödvändigtvis acceptabel. Dosgränsen sätts i övergången mellan oacceptabel och tolerabel risk. När strålskyddet har optimerats enligt ALARA bedöms risken som acceptabel (vilket således är en delmängd av tolerabel).

Vid det här läget bedömde man inte att årsdoser upp till 50 mSv var acceptabla, eftersom en kumulerad dos för ett helt yrkesliv då skulle kunna nå upp till 2,4 Sv, vilket motsvarar en minskning av förväntad livslängd med 1,1 år och en sannolikhet på över 8 % att dö i cancer till följd av exponeringen.

Kommissionen införde också ett antal värden, eller attribut som skall beaktas vid val av dosgränser

- den sammanlagda sannolikheten att dö till följd av bestrålning
- den förlorade tiden om döden skulle inträffa till följd av bestrålning
- minskningen av förväntad livslängd (kombinationen av de två ovanstående attributen)

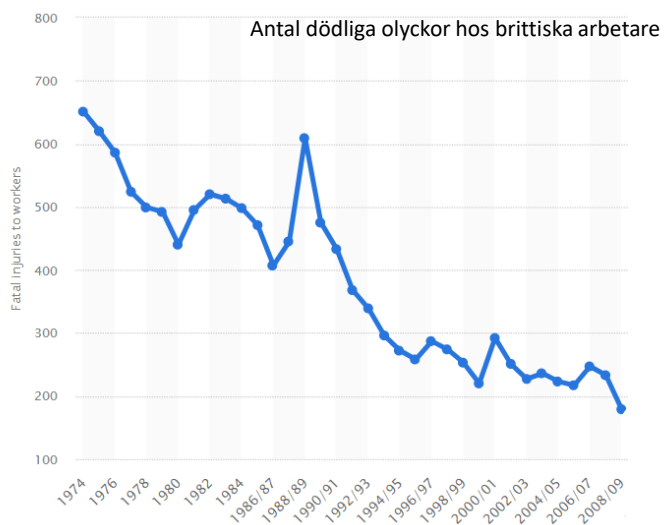
- tidsfördelningen av sannolikheten att dö till följd av bestrålning (årlig sannolikhet)
- ökningen av åldersspecifik dödlighet, dvs. sannolikheten att dö inom ett år, oavsett ålder, under förutsättning att åldern i fråga uppnås

Utifrån detta gjorde man beräkningar med 10, 20, 30 och 50 mSv per år och landade i 20 (50) mSv per år.

Man lade till en begränsning av yrkeslivsdos till 1 Sv och justerade årsdosgränsen till 100 mSv under fem år men aldrig högre än 50 mSv för något enskilt år. Denna "femårsmetod" användes för att ge flexibilitet, men "där sådan flexibilitet inte krävs skall gränsen vara 20 mSv per år".

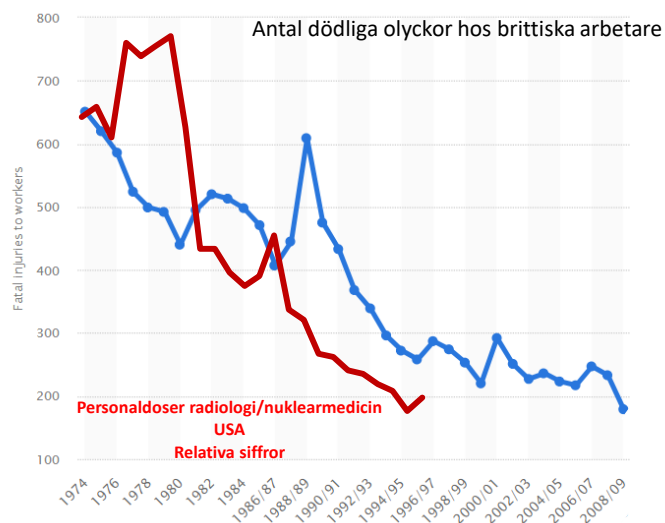


## Jämföra risker



Här har vi våra tappra arbetare igen.

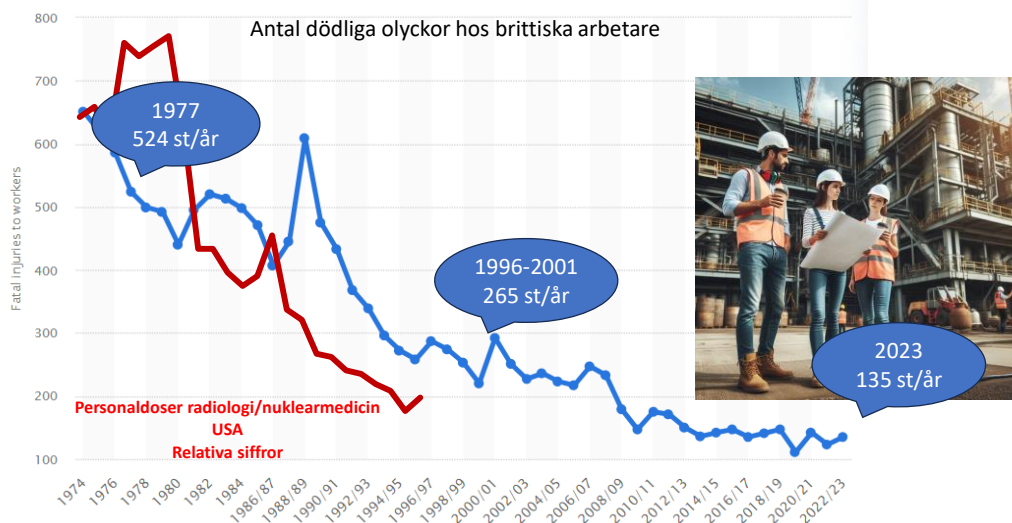
## Jämföra risker



doi: 10.1667/RR13542.1

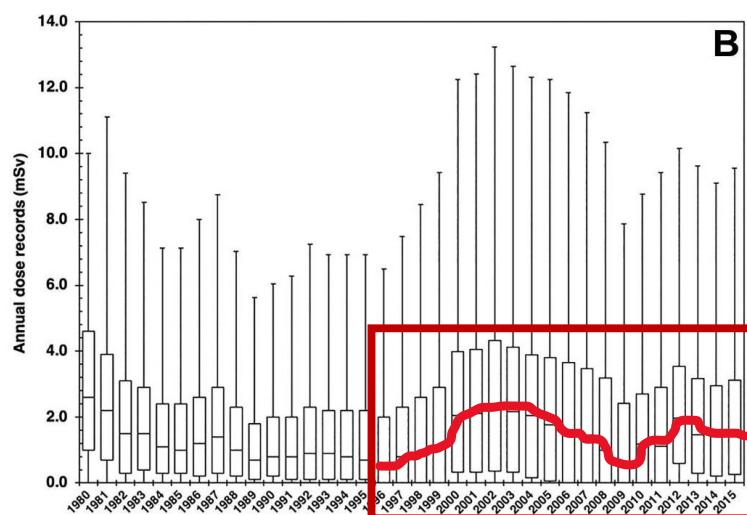
Och personalstråldoserna (relativa värden) inom radiologi/nuklearmedicin i en stor amerikansk studie minskade minst lika snabbt  
Vad händer om vi drar ut kurvan ända till nutid?

# Jämföra risker



Vi har fått ännu en halvering. Det verkar som att olycksrisken halveras på drygt 20 år

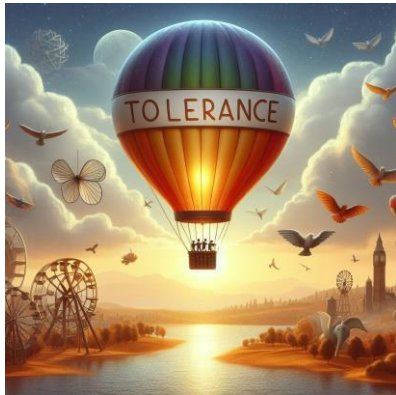
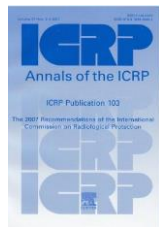
## Jämföra risker



doi:10.1148/radiol.2021204501

Men stråldoserna inom nuklearmedicin har inte fortsatt att minska på samma sätt.  
Vad ska ICRP hitta på nu?

## ICRP 103 (2007)



Befintlig  
exponering

Planerad  
exponering

Nödsituation



I den senaste rekommendationen, ICRP 103, frångår kommissionen de generella acceptans- och toleransbegreppen och delar istället in exponeringssituationer i tre olika grupper: befintlig exponering, planerad exponering och nödsituation.

Kommissionen behåller dosgränserna (20 mSv per år) för planerad exponering, men för övrigt ger man inga andra förhållningsregler än att konstatera att: vid doser högre än 100 mSv, är det ökad sannolikhet för deterministiska effekter och en påtaglig cancerrisk. Det är ett allmänt uttalande som inte är kopplat till yrkesmässiga dosgränser.

Istället ska varje exponeringssituation bedömas utifrån sina individuella förutsättningar, där man väger in nyttan med exponeringssituationen och de möjligheter som finns att kontrollera den. Här pekar man mycket tydligt på vikten av att gränsvärden sätts tillsammans med intressenterna.

Strålskydd är inte bara en fråga för  
vetenskapen. Det är ett filosofiskt och  
moraliskt problem. **Delaktighet** är en visdom.  
*John S. Taylor, 1956*  
(fritt översatt)

Vi avslutar där vi började, med det här citatet, som fortfarande håller 68 år senare. Problemet finns kvar, men hur är det med visdomen, har den infunnit sig? Den största förändringen är kanske att delaktighetsprincipen har blivit tydlig.



Vi kan lugnt konstatera att det kommer att finnas utmaningar även i framtiden. Chat GPT känns inte redo att ta över strålskyddsarbetet ännu.

Tack för att ni  
har lyssnat!



"You're not allowed to use  
the sprinkler system to keep  
your audience awake."

Tack för att ni har lyssnat!