

Vad blir konsekvensen om det blir fel?

Eva Forssell-Aronsson

Avd f Radiofysik
Inst f Kliniska Vetenskaper
Göteborgs Universitet





Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling SSMFS 2008:37

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall

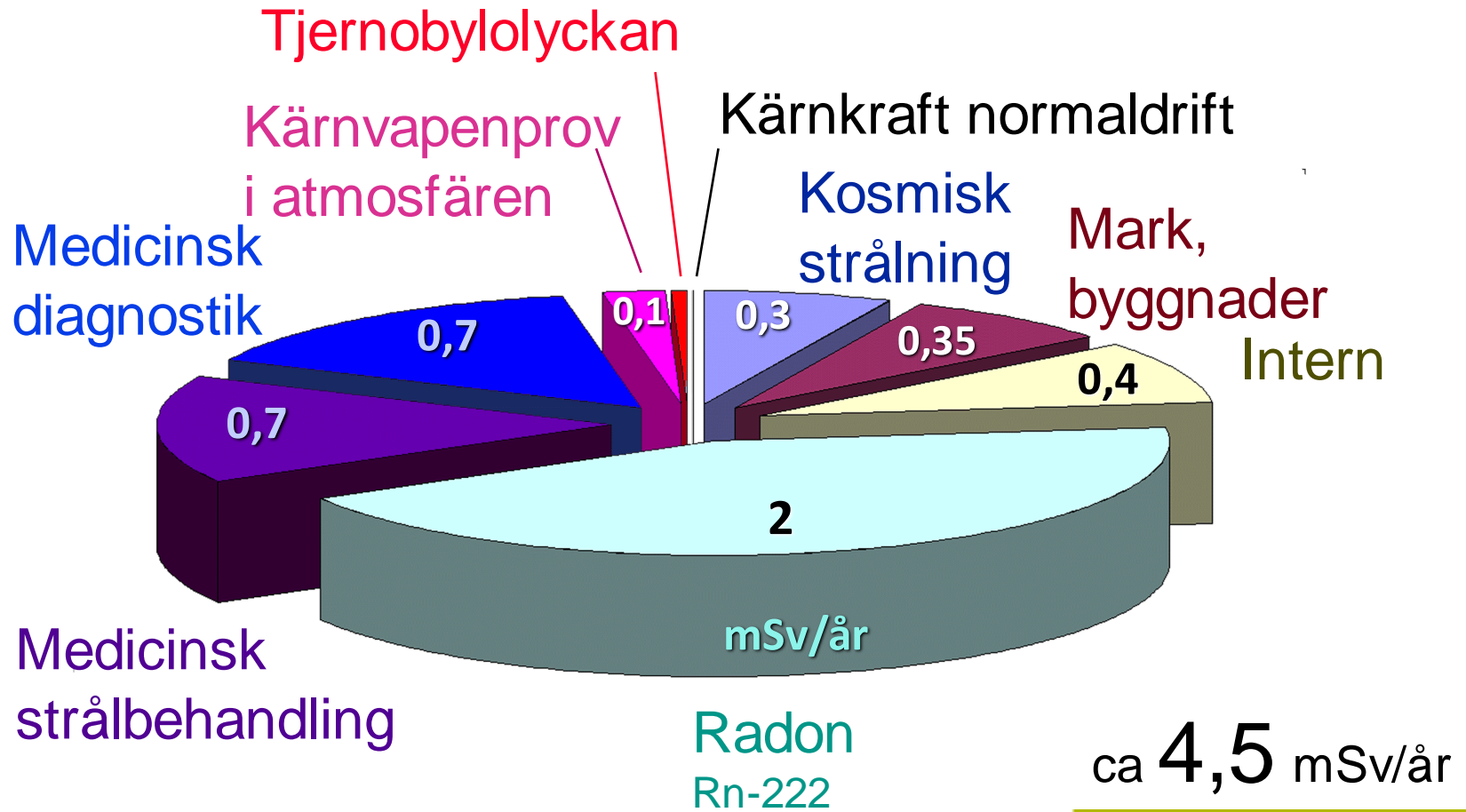
Skydd av människors hälsa

5 § Ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall ska utformas så att den **årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst 10^{-6}** för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken.

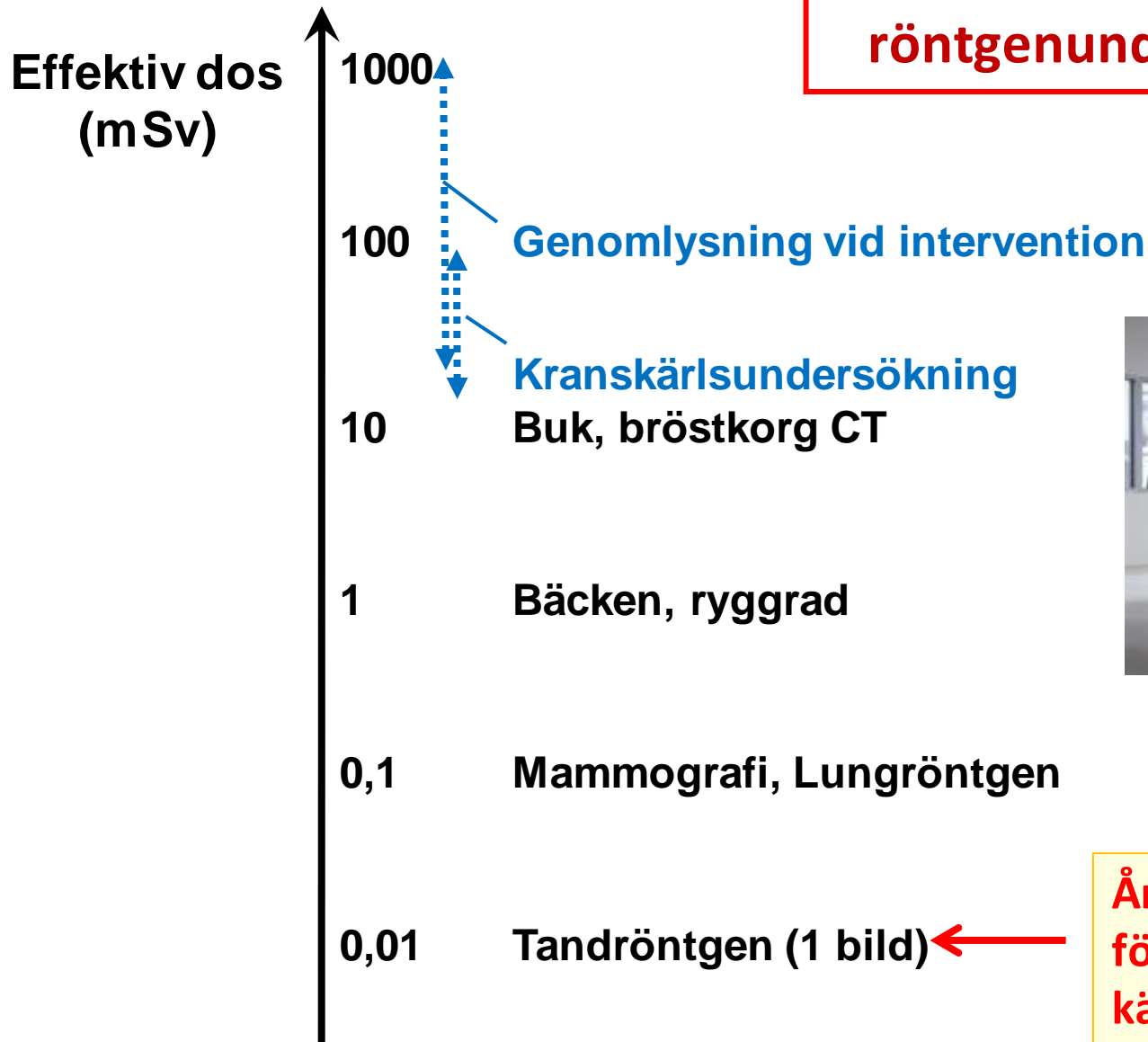
Sannolikheten för skadeverkningar på grund av en stråldos ska beräknas med de sannolikhetskoefficienter som redovisas i Internationella strålskyddskommissionens publikation nr 60, 1990.

Detta riskkriterium motsvarar en stråldos på 0,014 mSv/år

Stråldoser till svenska befolkningen



Stråldoser vid röntgenundersökningar



Årligt gränsvärde
för förvar av
kärnbränsle

Typiska stråldoser

- Årlig stråldos i världen 2,4 mSv/år
 - Årlig genomsnittsdos i Sverige 4,5 mSv/år
 - Bakgrundsstrålning, Kerala, Indien 5-40 mSv/år
 - Bakgrundsstrålning, Ramsar, Iran 200 mSv/år

 - Flygresa Stockholm-New York t/r 0,1 mSv

 - Personal vid kärnkraftverk 2-3 mSv/år
 - Flygbesättning 5 mSv/år
 - Gruvarbetare 20 mSv/år
- (Dosgräns för radiologisk personal: 50 mSv/år)

SSMs riskkriterium för kärnavfall motsvarar en stråldos på 0,014 mSv/år

Skydd av människan

Vad blir konsekvensen om utsläppen skulle resultera i en stråldos som blir

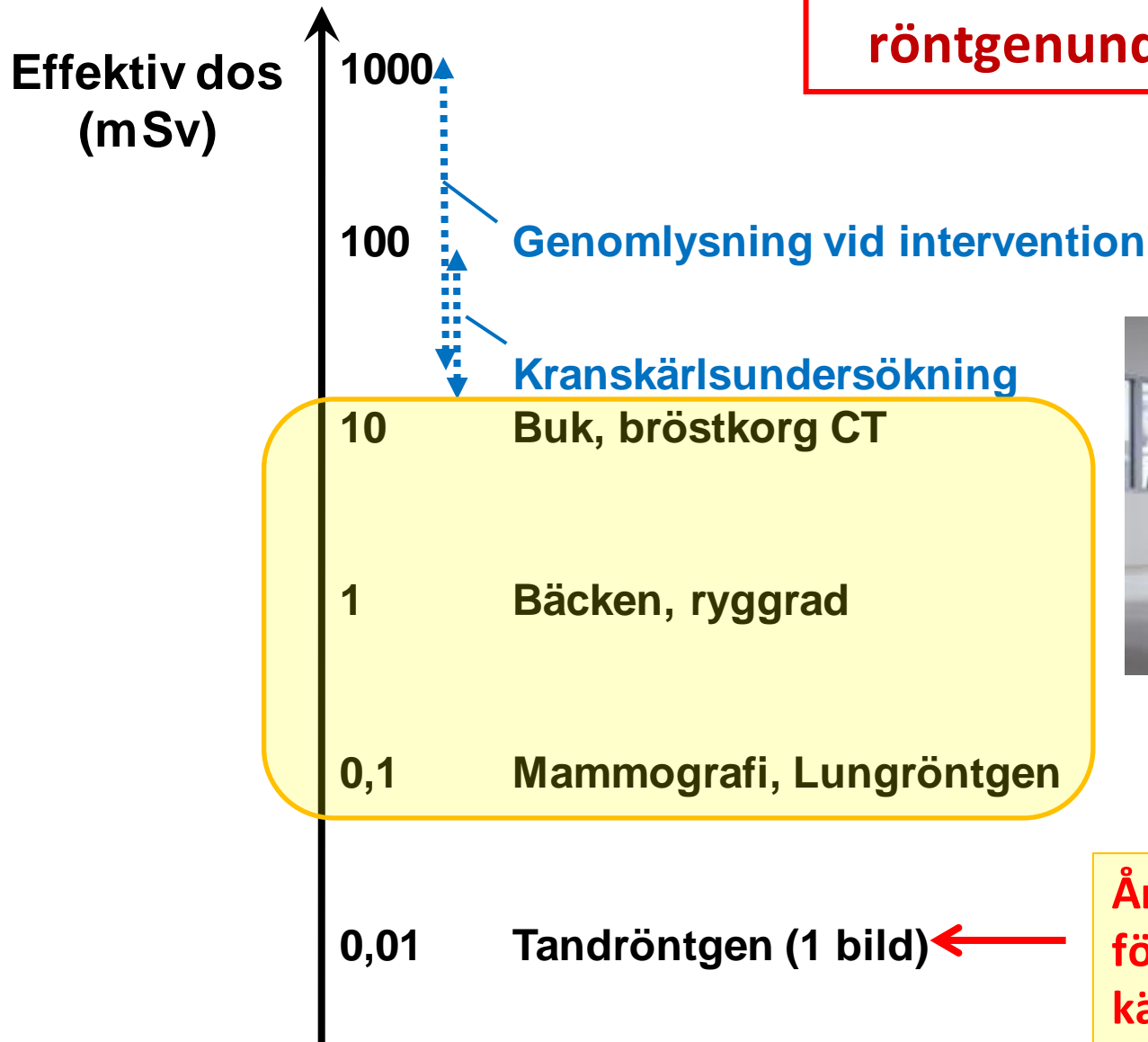
10 (0,14 mSv/år)

100 (1,4 mSv/år)

1000 (14 mSv/år)

gånger högre än gränsvärdet?

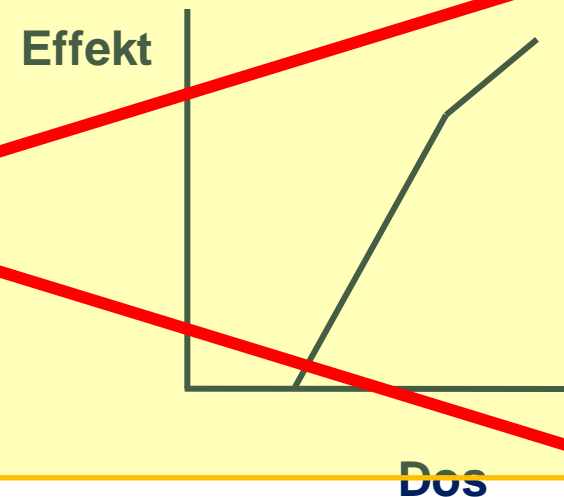
Stråldoser vid röntgenundersökningar



Årligt gränsvärde för förvar av kärnbränsle

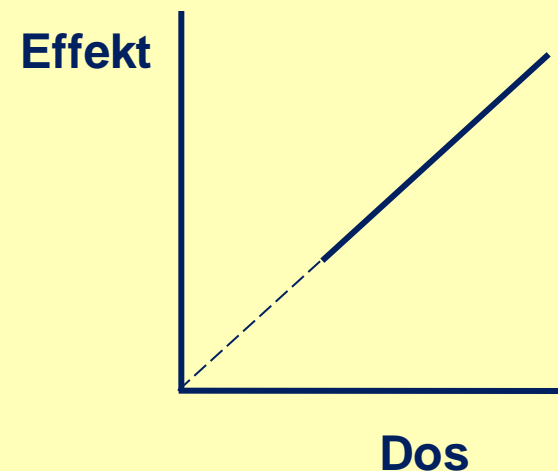
Skador och risker med joniserande strålning

- Akuta skador
> 500-2000 mSv



- Sena effekter
Alla dosnivåer
Risk att utveckla cancer

5 %/Sv





Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling SSMFS 2008:37

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall

Skydd av människors hälsa

5 § Ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall ska utformas så att **den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst 10^{-6} för en representativ individ** i den grupp som utsätts för den största risken.

Sannolikheten för skadeverkningar på grund av en stråldos ska beräknas med de sannolikhetskoefficienter som redovisas i Internationella strålskyddskommissionens publikation nr 60, 1990.

Detta riskkriterium motsvarar en stråldos på 0,014 mSv/år

Risk att få cancer i Sverige

Risken att få cancer är ca 30 %

Minst en av tre som lever i Sverige i dag kommer någon gång under livet att få en cancerdiagnos.

Risken har ökat med ca 2%/år under de senaste 20 åren. Orsaker:

- Ökad livslängd
- Förbättrade diagnostiska metoder och screening mm
- Exponering för riskfaktorer (rökning, UV, övervikt, andra levnadsvanor)

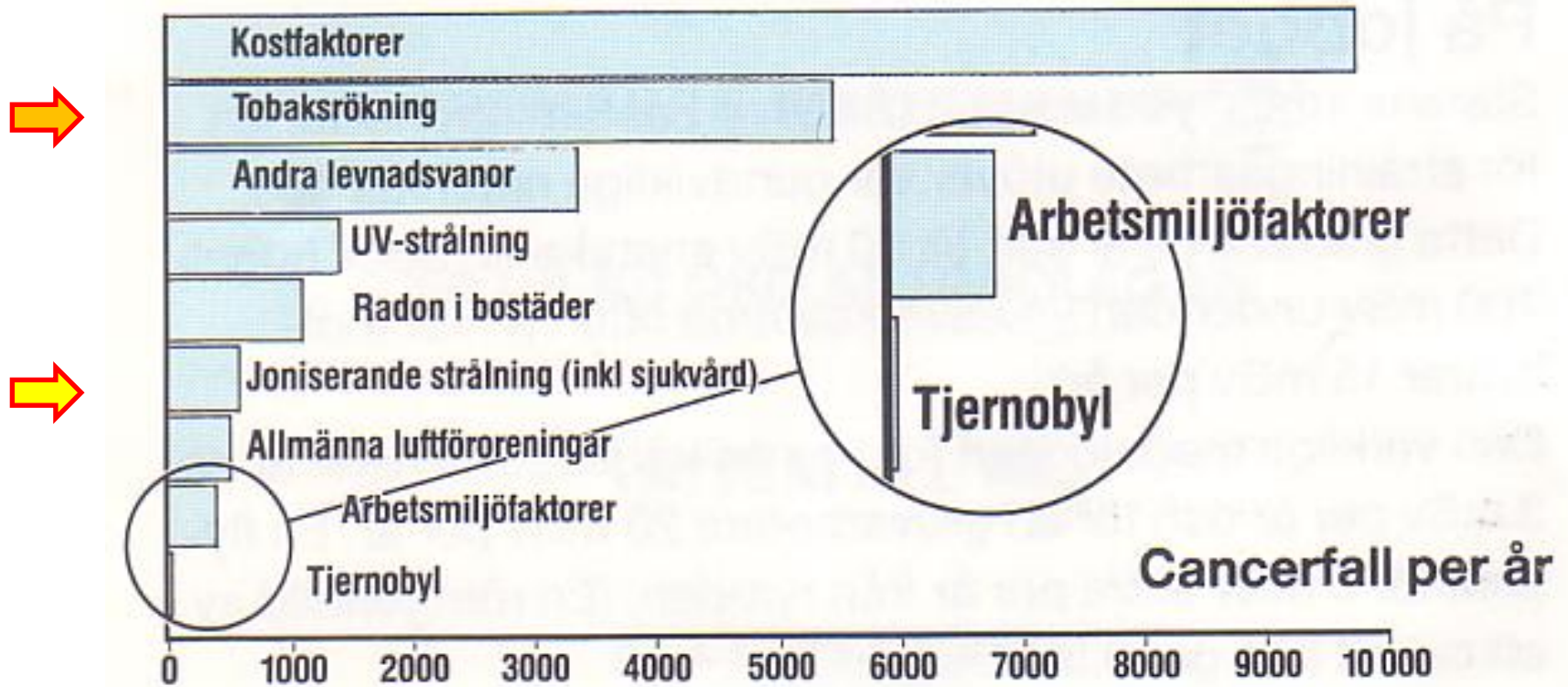
Överlevnaden förbättras

tack vare tidig upptäckt, bättre diagnostik och behandling.

Den relativa 10-årsöverlevnaden, som vi ofta jämför med bot, är 65%. Överlevnaden har mer än fördubblats de senaste 60 åren.

Cancer-orsaker i Sverige

Cancerorsak i Sverige



Källa: SSI

Skydd av människan

Vad blir konsekvensen om utsläppen resulterar i en stråldos som blir 10, 100, eller 1000 gånger högre än gränsvärdet?

Stråldos (mSv)	Normal risk (%)	Extra risk (%)	Total risk (%)
0,014	30	0,0001	30,0001
0,14	30	0,001	30,001
1,4	30	0,01	30,01
14	30	0,1	30,1

Skydd av biota



Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling

SSMFS 2008:37

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall

Miljöskydd

6 § Slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall ska genomföras så att **biologisk mångfald och hållbart nyttjande av biologiska resurser skyddas** mot skadlig verkan av joniserande strålning.

7 § Biologiska effekter av joniserande strålning i berörda livsmiljöer och ekosystem ska redovisas. Redovisningen ska bygga på tillgänglig kunskap om berörda ekosystem och **ta särskild hänsyn till förekomst av genetiskt särpräglade populationer, såsom isolerade populationer, endemiska arter och utrotningshotade arter samt i övrigt skyddsvärda organismer.**

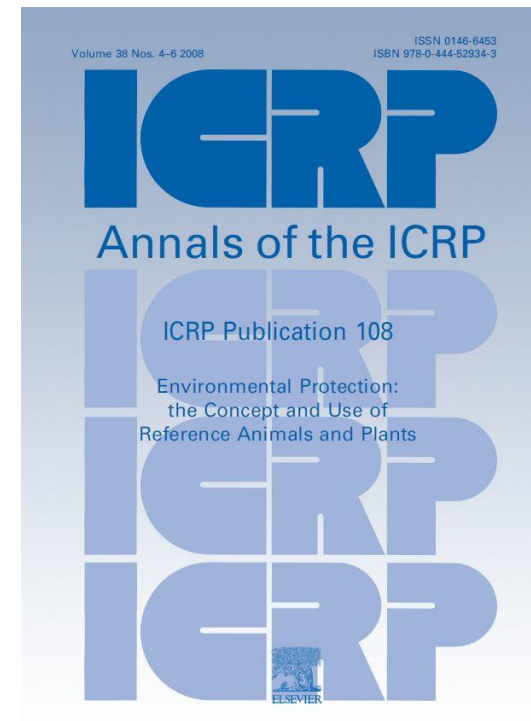
ICRP 108, 2008

Environmental protection

Mål för skydd av miljön från potentiella strålningseffekter: Förebygga eller reducera frekvens av skador för att bibehålla biologisk mångfald, bevarande av arter, status hos habitat, samhällen och ekosystem

- Ett referensset av dosimetriska modeller
- Ett referensset av geometrier av miljön
- Ett referensset av djur och plantor

Genom att tillämpa dessa kan man bedöma troliga konsekvenser för individen, populationen eller lokala miljön



Miljöskydd vid slutförvar

- Mål: Bevara arter och bibehålla ekologisk balans
- Relevant parameter: reproducerbarhet. Liten risk vid dessa stråldoser.
- Miljön är skyddad genom skyddet av människan
- ICRP: Om människan utsätts för låga stråldoser ($<1,4$ mSv/år) kommer ingen annan organism att bli skadad

Vilken betydelse har det
när i tiden detta inträffar?



100 000 år

Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling

SSMFS 2008:37

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall

Tidsperioder

10 § En bedömning av ett slutförvars skyddsförmåga ska redovisas för två tidsperioder av sådana storleksordningar som framgår av 11 -12 §§.

Redovisningen ska innefatta ett fall, som utgår ifrån att de biosfärsförhållanden som råder vid tiden för ansökan om tillstånd för uppförande av slutförvaret inte förändras. Osäkerheter i gjorda antaganden ska redovisas och tas hänsyn till i bedömningen av skyddsförmågan.

De första tusen åren efter förslutning av ett slutförvar

11 § För de första tusen åren efter förslutning ska bedömningen av slutförvarets skyddsförmåga baseras på kvantitativa analyser av effekterna på människors hälsa och miljön.

Tiden efter tusen år efter förslutning av ett slutförvar

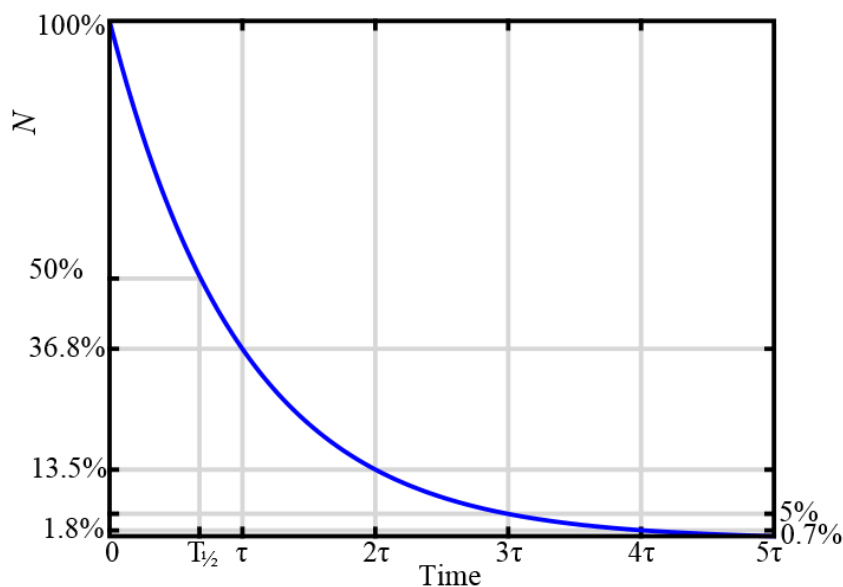
12 § För tiden efter tusen år efter förslutning ska bedömningen av slutförvarets skyddsförmåga baseras på olika tänkbara förlopp för utvecklingen av slutförvarets egenskaper, dess omgivning och biosfären.

Avfallet består av olika radionuklider med olika halveringstid, t ex

Cesium-137 30 år

Kol-14 5730 år

Pu-239 24000 år



För samma händelse:

**Mängden radioaktivitet
som läcker ut minskar
med tiden**

**Stråldosen (och risken)
minskar med tiden**

**Om nuvarande samhällsstruktur
består kan utveckling inom teknik
och medicin göra att konsekvenserna
också minskar med tiden**

Går det att upptäcka ett ökat utsläpp?



Slutförvar

Troligtvis scenario:

Utsläpp stannar mycket lokalt

Påverkar få personer

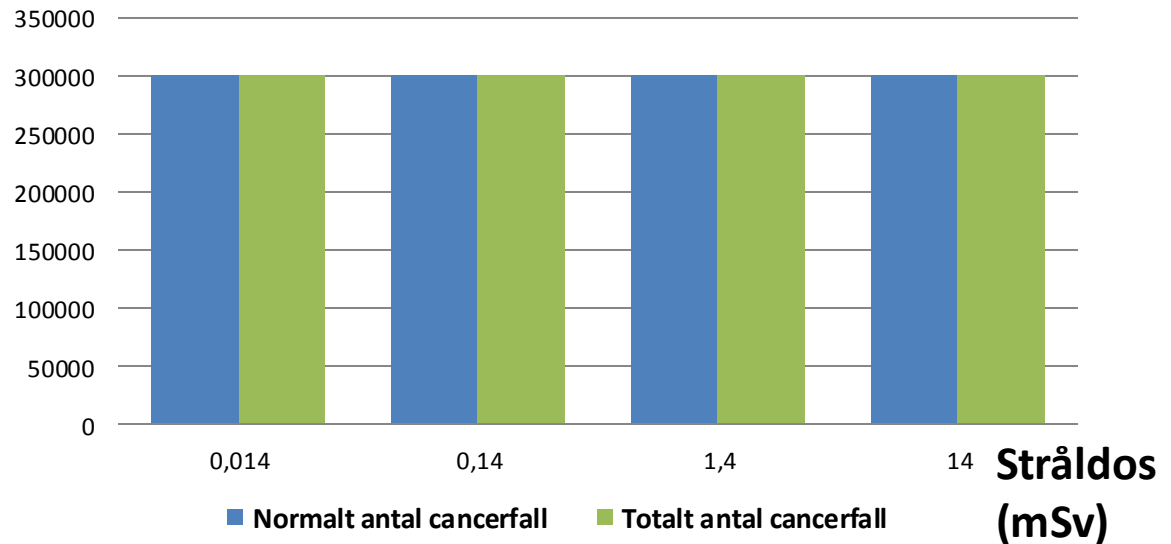
Exempel:

**Stad med en miljon
invånare byggs direkt
ovanför slutförvaret**



Stråldos (mSv)	Normalt antal cancerfall	Extra antal cancerfall från slutförvar	Totalt antal cancerfall
0,014	300000	1	300001
0,14	300000	10	300010
1,4	300000	100	300100
14	300000	1000	301000

Antal nya cancerfall



Till detta kommer:

Cancerfrekvensen ökar för närvarande med ca 2 %/år

Latenstiden för cancer är 5-50 år

Troligtvis relativt få personer med ökad exponering

Normal variation i årlig cancerfrekvens

Går det att upptäcka ett ökat utsläpp genom att studera cancerfrekvensen ?

Svar: Nej, inte från att följa cancerfrekvensen

Man måste mäta radioaktivitet i naturen

Kan människans strålkänslighet komma att förändras på dessa långa tider?

Svar: Nej, inget talar för detta

Naturlig bakgrundsstrålning var högre tidigare, minskar successivt

Inget talar för att strålkänsligheten kan öka med tiden

Ingen sensibilisering från strålning

Adaptiv respons

Alltför låga stråldoser

Vad blir konsekvensen om det blir fel?

Slutsatser

Om något går fel och upp till 1000 gånger högre stråldos skulle erhållas:

Obetydlig riskökning

Konsekvenserna så små att de inte går att

upptäcka pga normal statistisk variation

Gäller både människa och miljö

Samma händelse ger mindre risk ju senare den inträffar