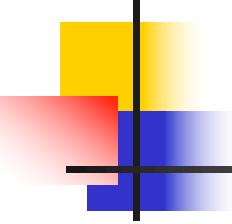


Insatser vid händelser med joniserande strålning

Magnus Simonsson
RN-MEG Socialstyrelsen
Krisledningsläkare Region Skåne

- 
-
- Är strålning farligt och vilka är hälsoriskerna
 - Hur minimerar vi riskerna?
 - Inträffade händelser och tänkbara händelser
 - Hur påverkas Sverige av eventuella händelser vid kärnkraftverken i Ukraina?

Sönderfall

ALFASTRÅLNING

Heliumkärnor som består av två protoner och två neutroner, skickas iväg.



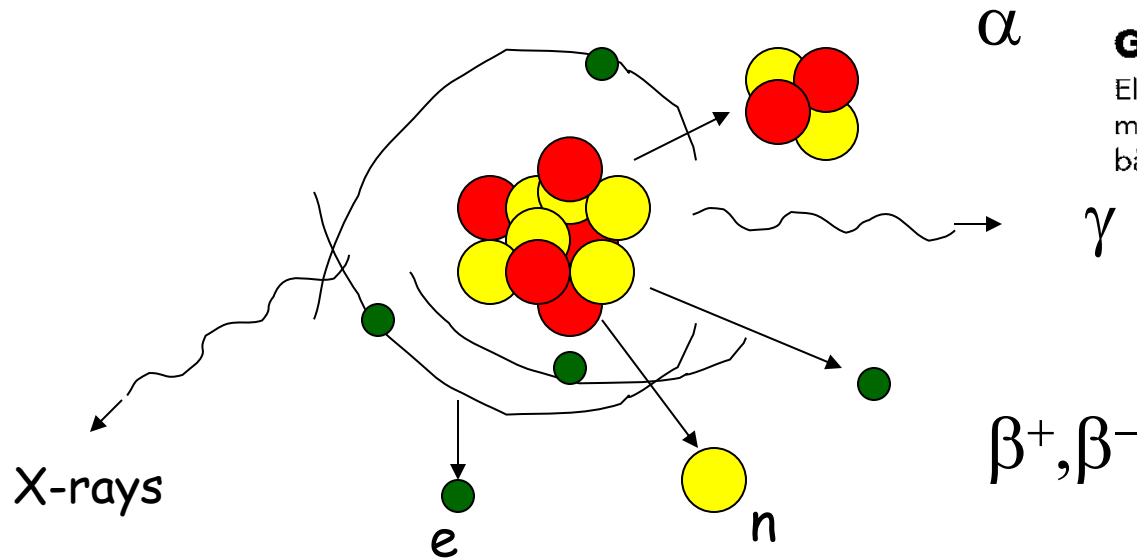
BETASTRÅLNING

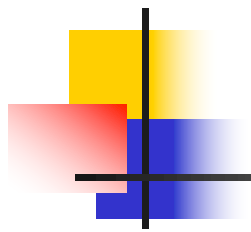
En neutron delas i en proton och en elektron. Elektronen skickas iväg från kärnan.



GAMMASTRÅLNING

Elektromagnetisk strålning med hög energi. Det sker vid både alfa- och betasönderfall.



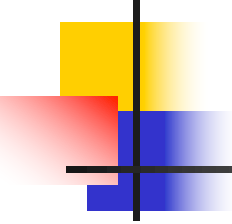


ÄR STRÅLNING FARLIGT?

Material för riskuppskattningar

- Kliniska data 1902 -
- Överlevande från Hiroshima och Nagasaki
- Marshall öarna (bombprov på 1950-talet)
- Strålbehandlade patienter, sköldkörtel diagnostik, gruvarbetare
- Framtida material:
 - Tjernobyl olyckan
 - Fukushima





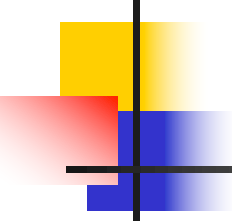
Stråldoser och strålskador

Absorberad dos

Mängden strålningsenergi som absorberats i ett material, enheten för absorberad dos är Gray (Gy)

Effektiv dos

Ett annat mått på stråldos är Sievert (Sv). Enheten Sievert beskriver sannolikheten att dö i cancer efter bestrålning.



Stråldoser och strålskador

Dosrat eller doshastighet

Hur intensiv är strålningen, enheten som används är oftast

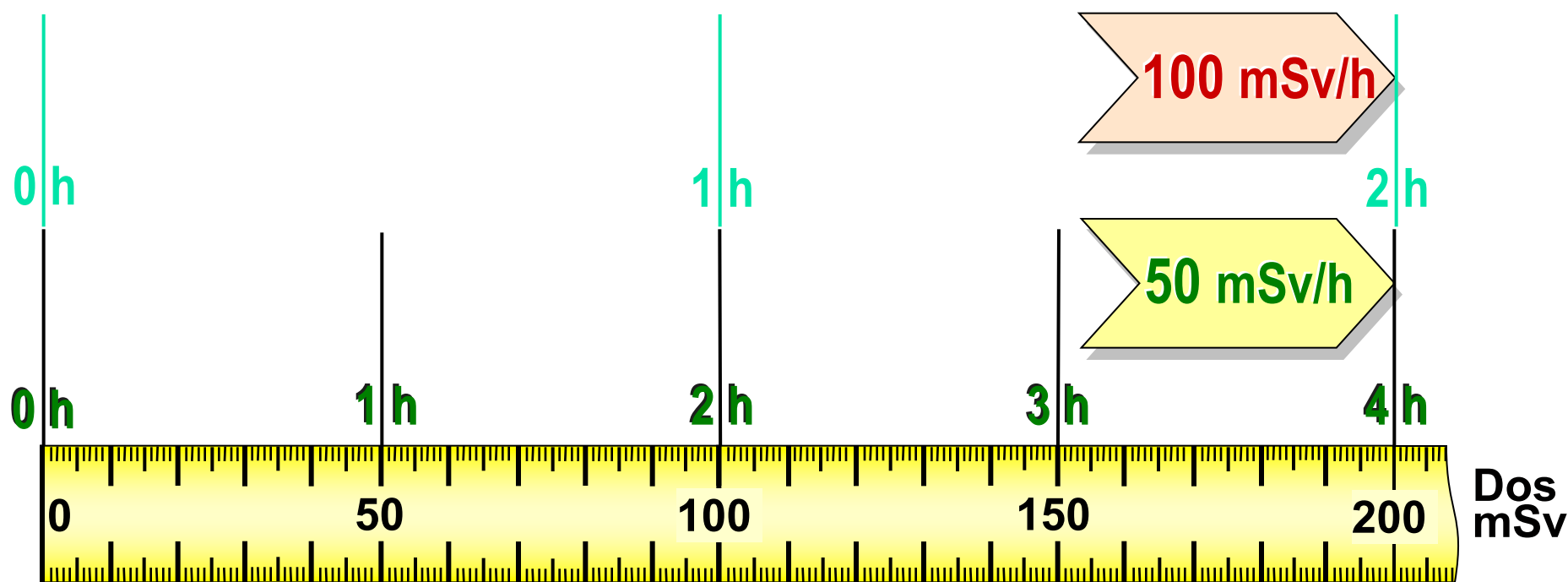
millisievert per timme (mSv/h)

eller mikrosievert per timme (μ Sv/h)

Årsdos (effektiv)

I Sverige, 3-4 mSv

Från doshastighet till dos



Med doshastigheten **100 mSv/h** är dosen **200 mSv** efter **2 timmar**

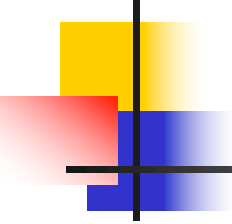
Med doshastigheten **50 mSv/h** är dosen **200 mSv** efter **4 timmar**

Strålskador efter långvarig bestrålning

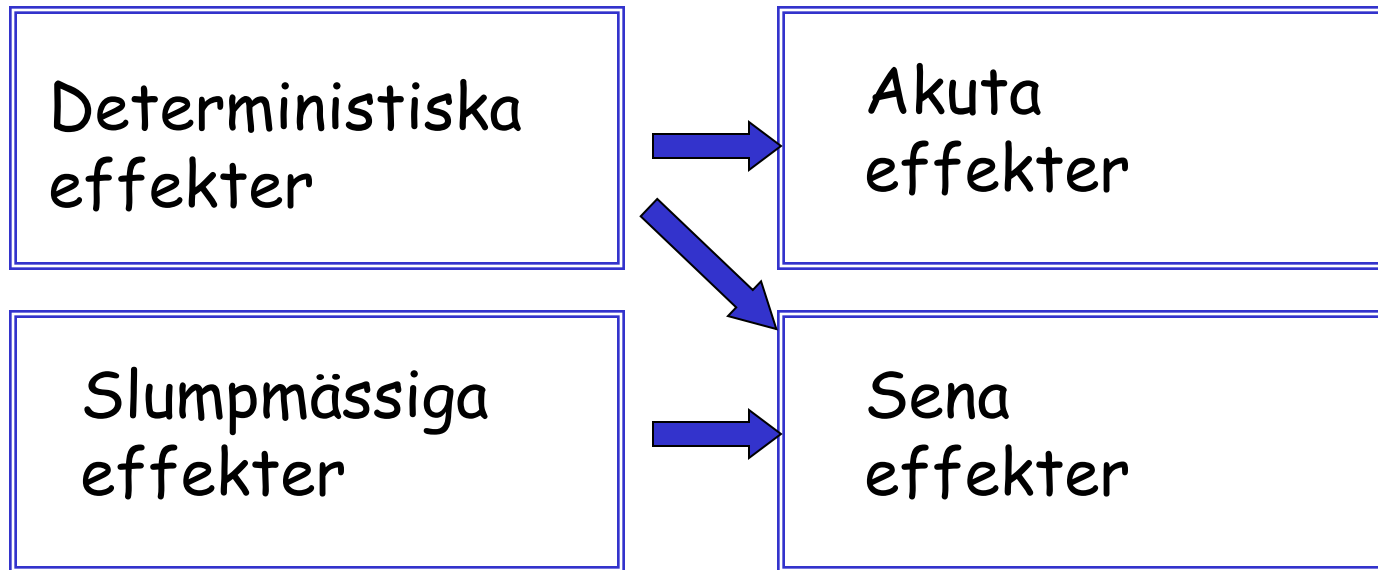
Sena effekter av strålning är främst cancer. Skador på DNA-molekylen ger en ökad risk för att cellen utvecklas till en cancercell

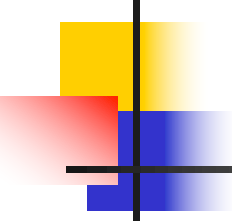
Risken för att utveckla en dödlig tumör har uppskattats till 5% per Sievert. För leukemi är uppskattningen 1% per Sievert





Risker



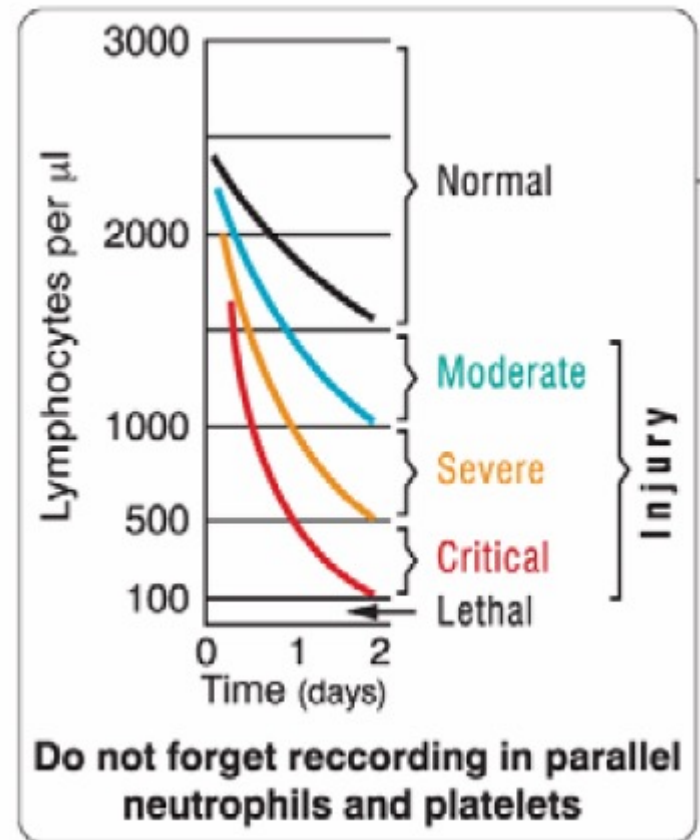
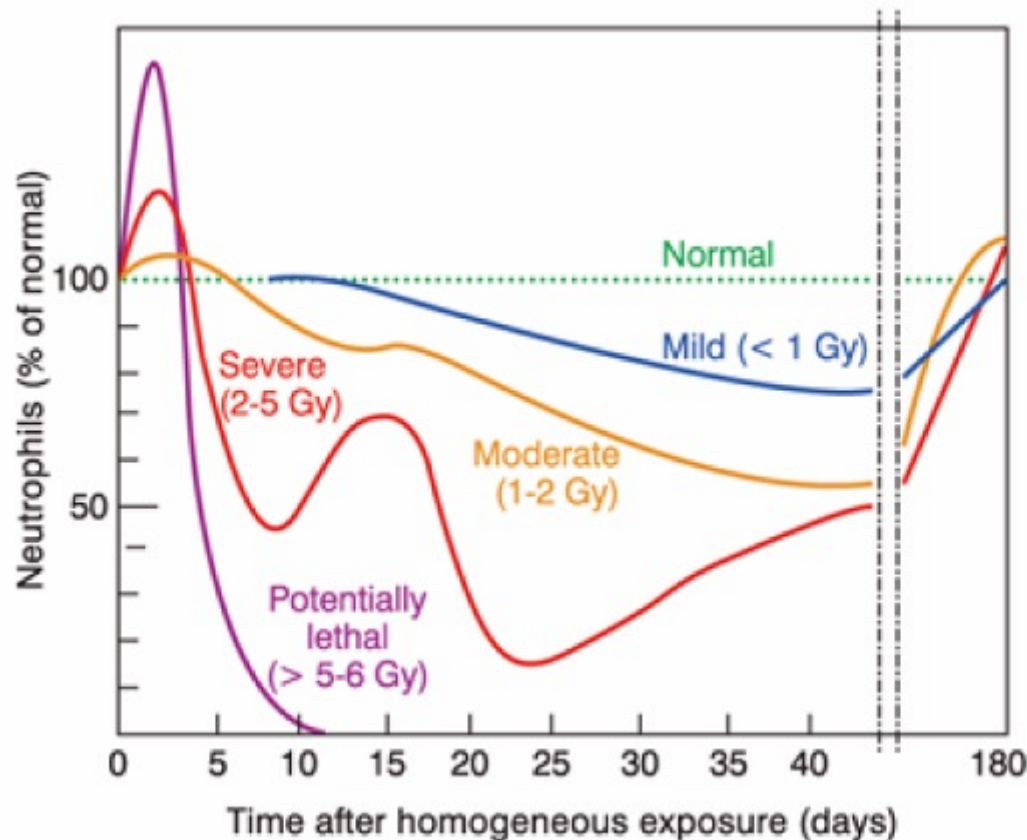


Deterministiska effekter

- Tröskelvärde
- Skadan uppträder inte under tröskelvärdet, alltid över
- Skadan ökar med ökad dos

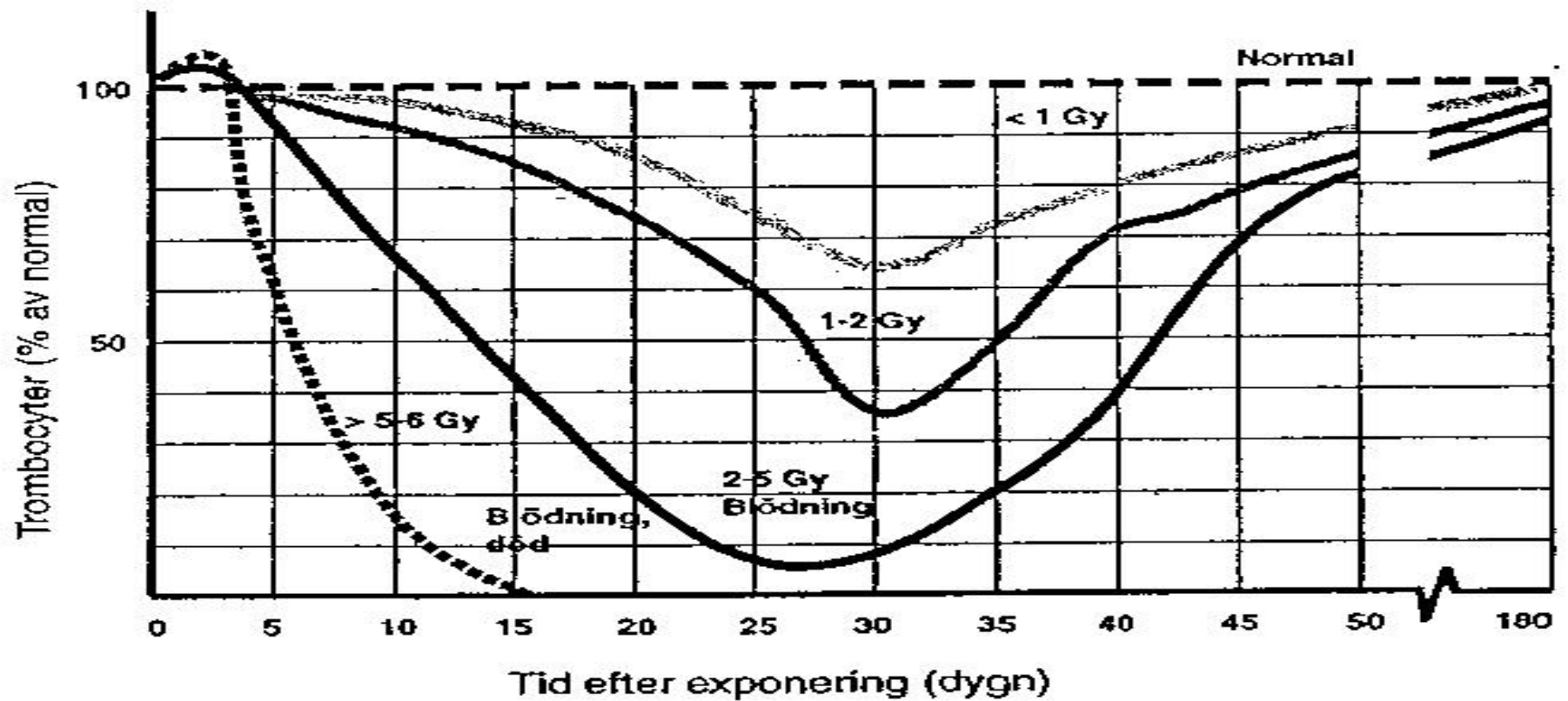
Akuta strålskador

Vita blodkroppar

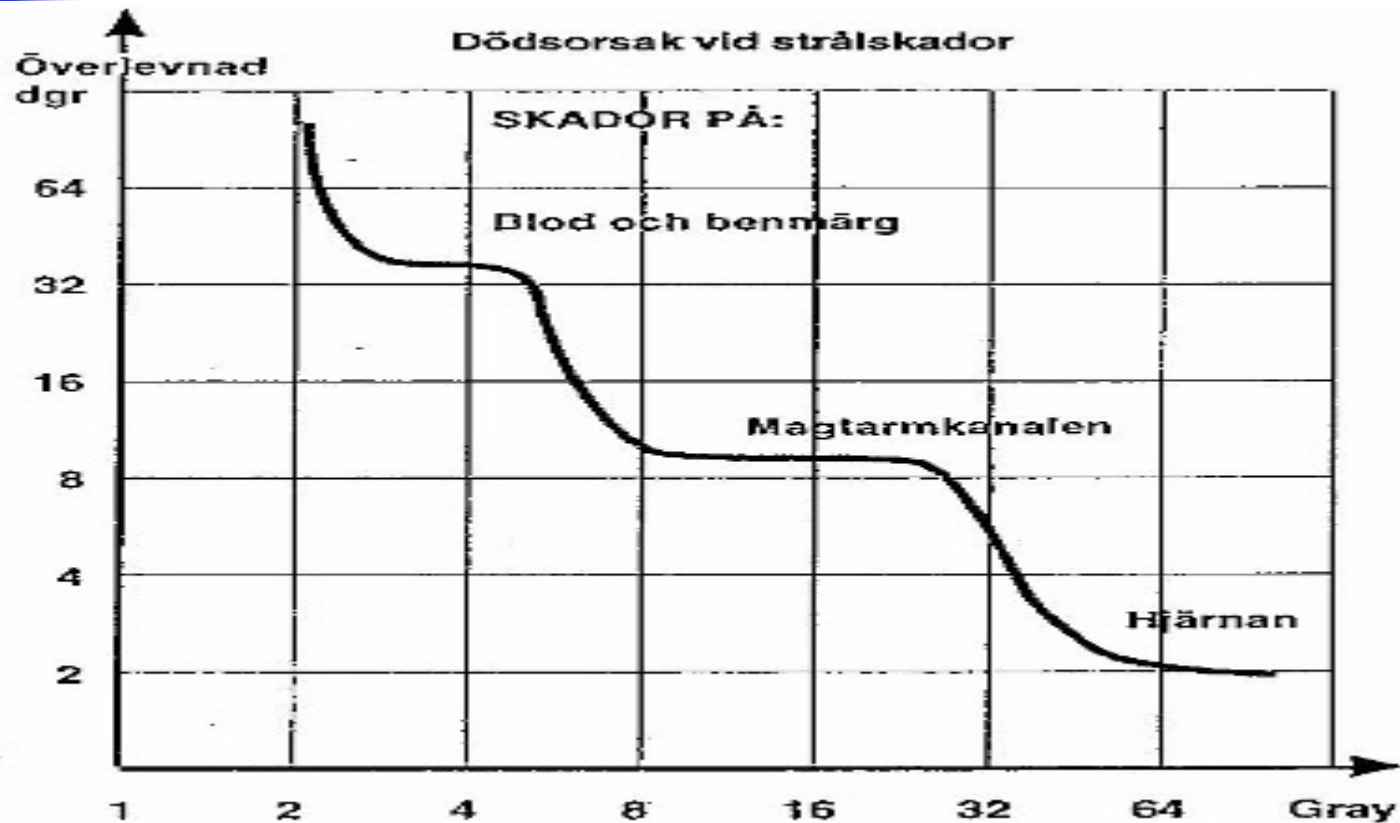


Akuta strålskador

Blodplättar



Akuta strålskador



Figur 2. Överlevnadstid och dödsorsak vid olika stråldoser

Akuta strålskador och symptom

En kraftig lokal huddos kan leda till allvarliga skador med nekros

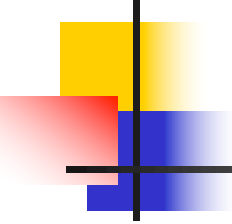
Patient som fått 20 Gy huddos vid en angiografi. Bilden togs 2 år efter bestrålning



Akuta strålskador

Reaktoroperatör efter
olyckan i Tjernobyl



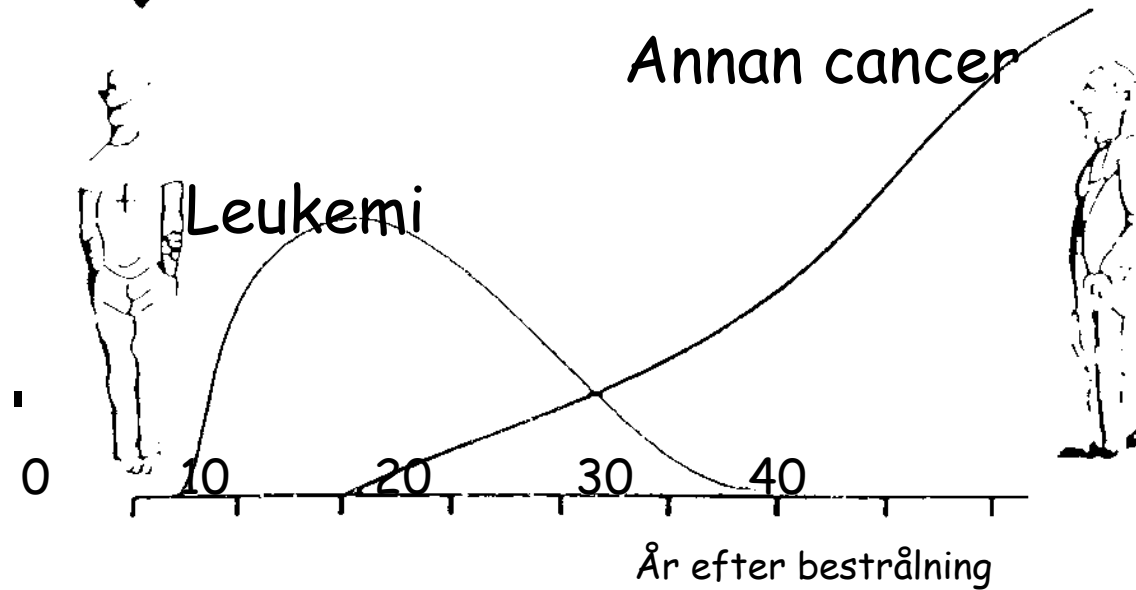


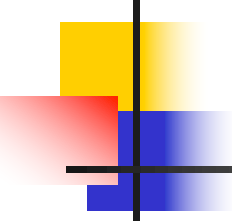
Slumpmässiga effekter

- Inget tröskelvärde
- Risken ökar med ökad dos
- Inträffar slumpmässigt i en lika bestrålad population
- Effektens storlek oberoende av dosen

Latenstid för cancer

Bestrålningst
tillfälle



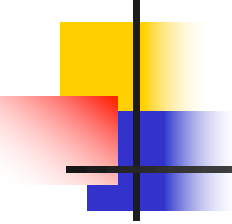


Förebygga strålskador

- Thyreoideacancer, Jod
- I övrigt
 - Kort svar
 - Nej, inte i mass-skadesituationer
 - Långt svar
 - Kanske på sikt, det finns enstaka läkemedelskandidater som kan fungera mot akuta skador t ex hos strålbehandlade patienter

Tjernobyl





Tjernobyl

Stråldos Gy	Antal bestrålade personer	Antal dödsfall
6-16	22	22
4-6	23	7
2-4	53	1
1-2	105	0

Undersökning behandling

Enbart externbestrålad person

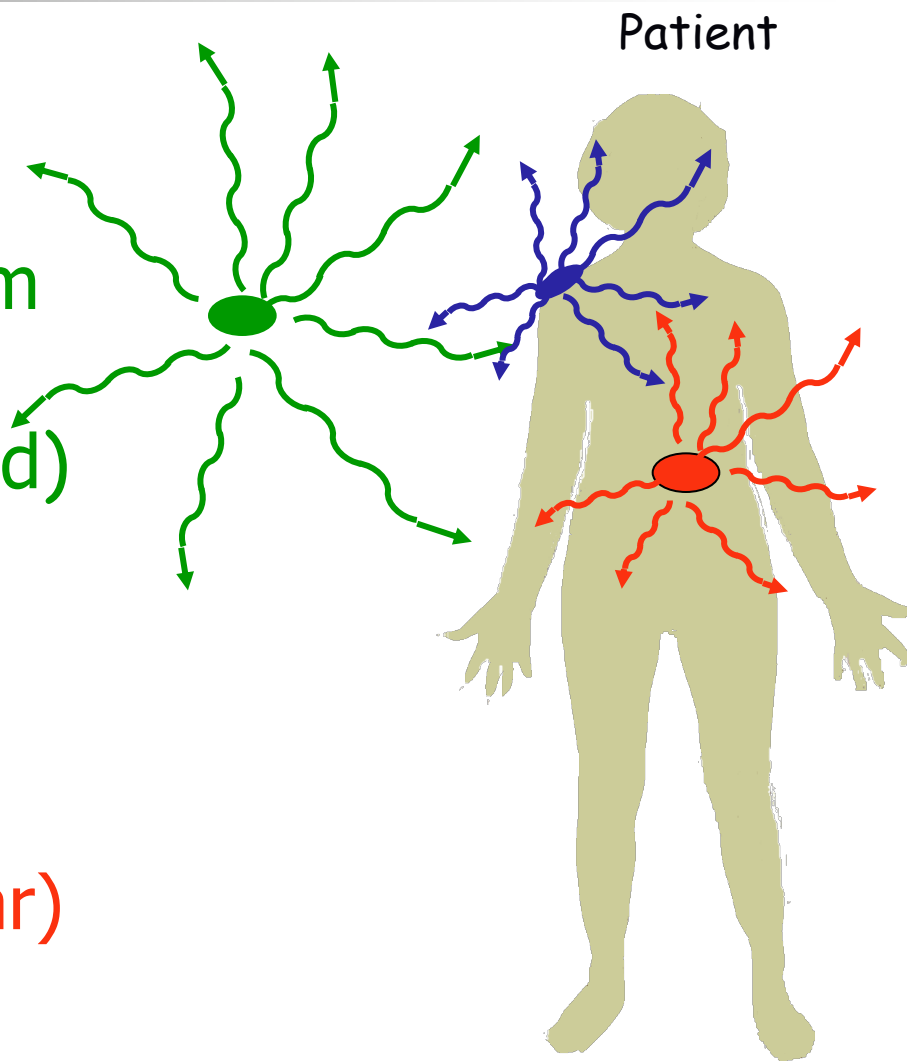
- Följande symtom indikerar en allvarlig strålskada om de uppträder inom några timmar efter bestrålningsstillfället
- aptitlöshet, illamående och kräkningar ($D > 1 \text{ Sv}$)
- huvudvärk ($D > 3 \text{ Sv}$)
- diarré ($D > 8 - 10 \text{ Sv}$)
- hudreaktion ($D > 3 \text{ Sv}$)

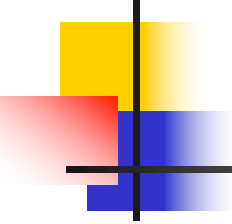
Skilj på bestrålad och kontaminerad patient

Externt bestrålad
(inga strålskyddsproblem
för personalen, om
strålkällan inte finns med)

Externt kontaminerad
(på kläder/hud, i hår)

Internt kontaminerad
(inandat, svält, via sår)

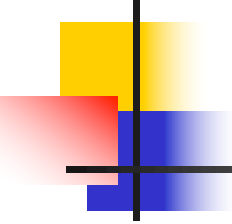




Behandling

■ **AVBRYT EXPONERINGEN**

- Flytta patienten
- Ta av kläderna (vid misstänkt kontaminering)
- Torka ev av ansikte och händer
- Spruta inte en massa vatten



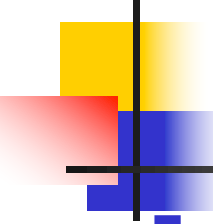
Undersökning / Behandling

- Finns misstanke om kontaminering med radioaktiv jod – ge patienten snarast möjligt
- Jod-tabletter; Kaliumjodid 65 mg

DET ÄR ALLTID VIKTIGARE ATT OMHÄNDERTA
PATIENTENS TRAUMATISKA SKADOR ÄN ATT
UTFÖRA SANERING OMEDELBART!!!!

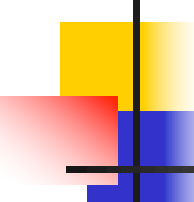


EN PATIENT ÄR ALDRIG SÅ
KONTAMINERAD ATT HON ELLER HAN
UTGÖR EN STRÅLNINGRISK FÖR OSS
SOM PERSONAL



Behandling

- Blodstatus (blodvärden) Lågt Hb
 - Blod
- Diff (vita blodkroppar)
 - Läkemedel som ökar antalet vita blodkroppar
 - Benmärgstransplantation
 - Antibiotika
 - Isolering
- Trombocyter (blodplättar)
 - blodplättar
- HLA (Humant Leukocyt Antigen)
 - Inför ev transplantation



Strålningen kan inte upptäckas med sinnena

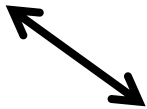
Syns inte!
Hörs inte!
Känns inte!
Luktar inte!
Smakar inte!



Strålskyddets grundregler



Vistas så **kort tid** som möjligt i strålningen.



Håll så **långt avstånd** som möjligt till strålkällan.



Använd **tillräcklig skärmning**.



Använd **andningsskydd** och **tät klädsel**.



Strålskyddets grundregler

Om radioaktiva ämnen misstänks i luften.



Ät inte



Rök inte

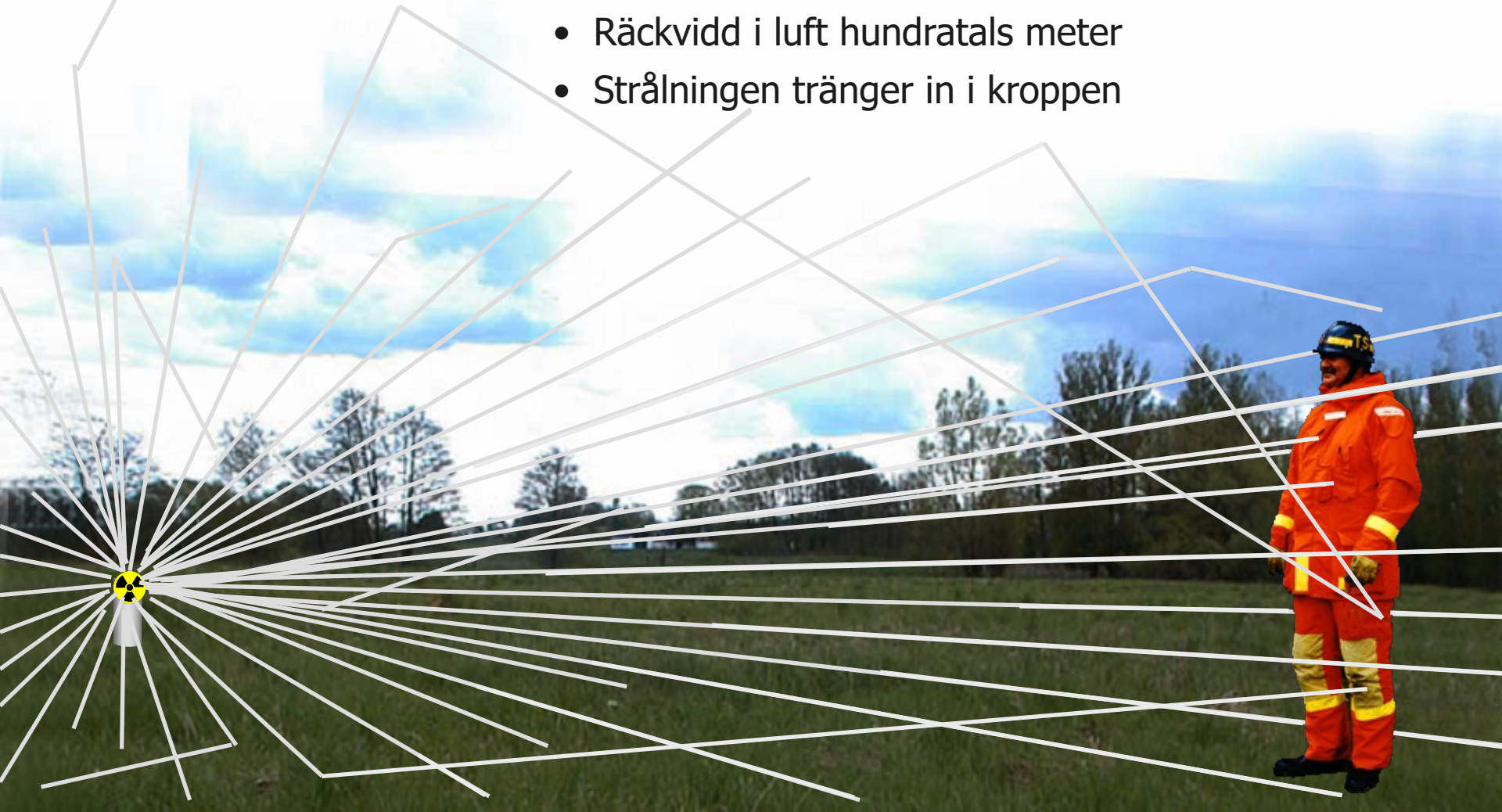


Snusa inte



Gammastrålning

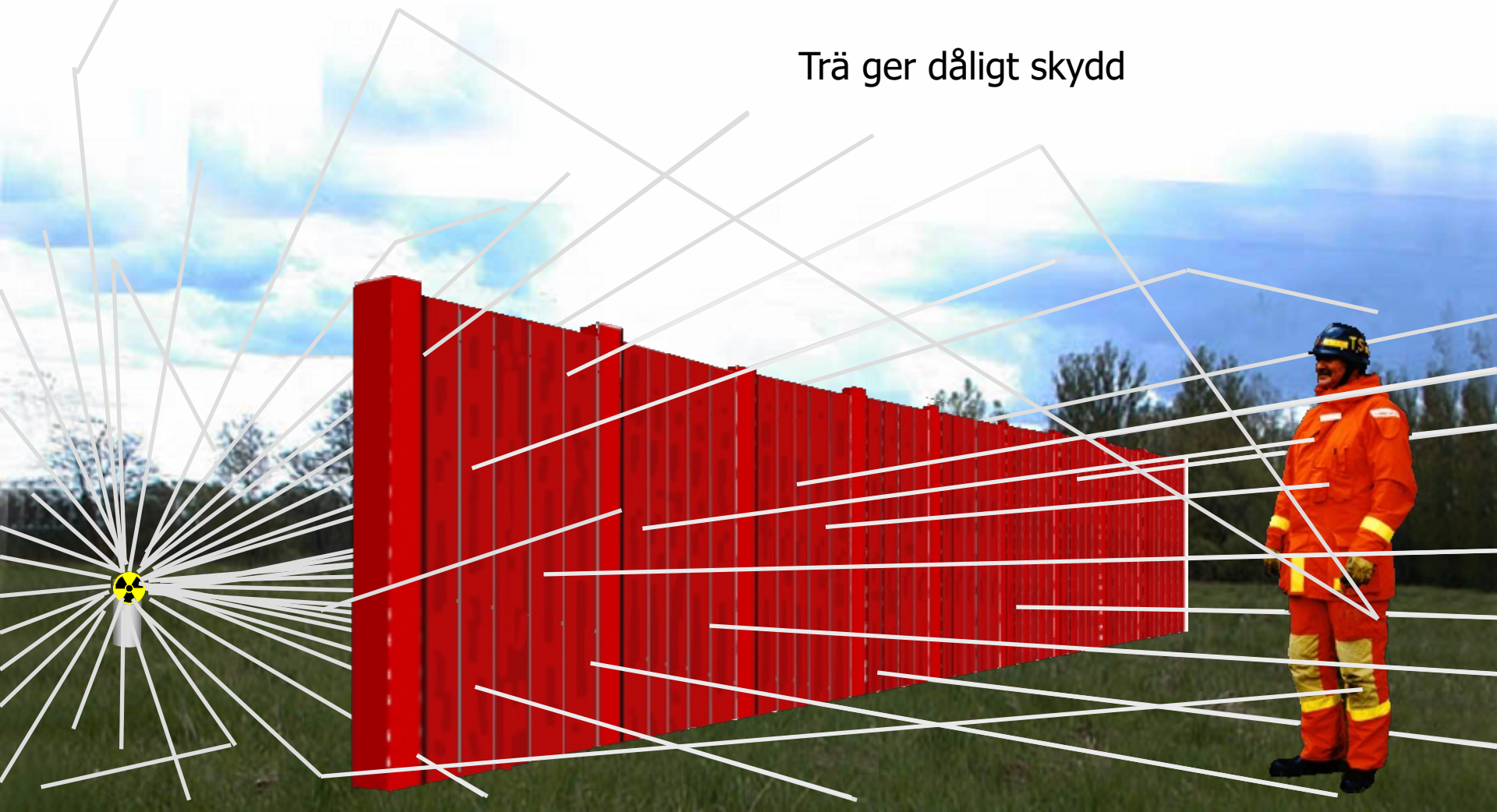
- Räckvidd i luft hundratals meter
- Strålningen tränger in i kroppen





Gammastrålning

Trä ger dåligt skydd





Gammastrålning

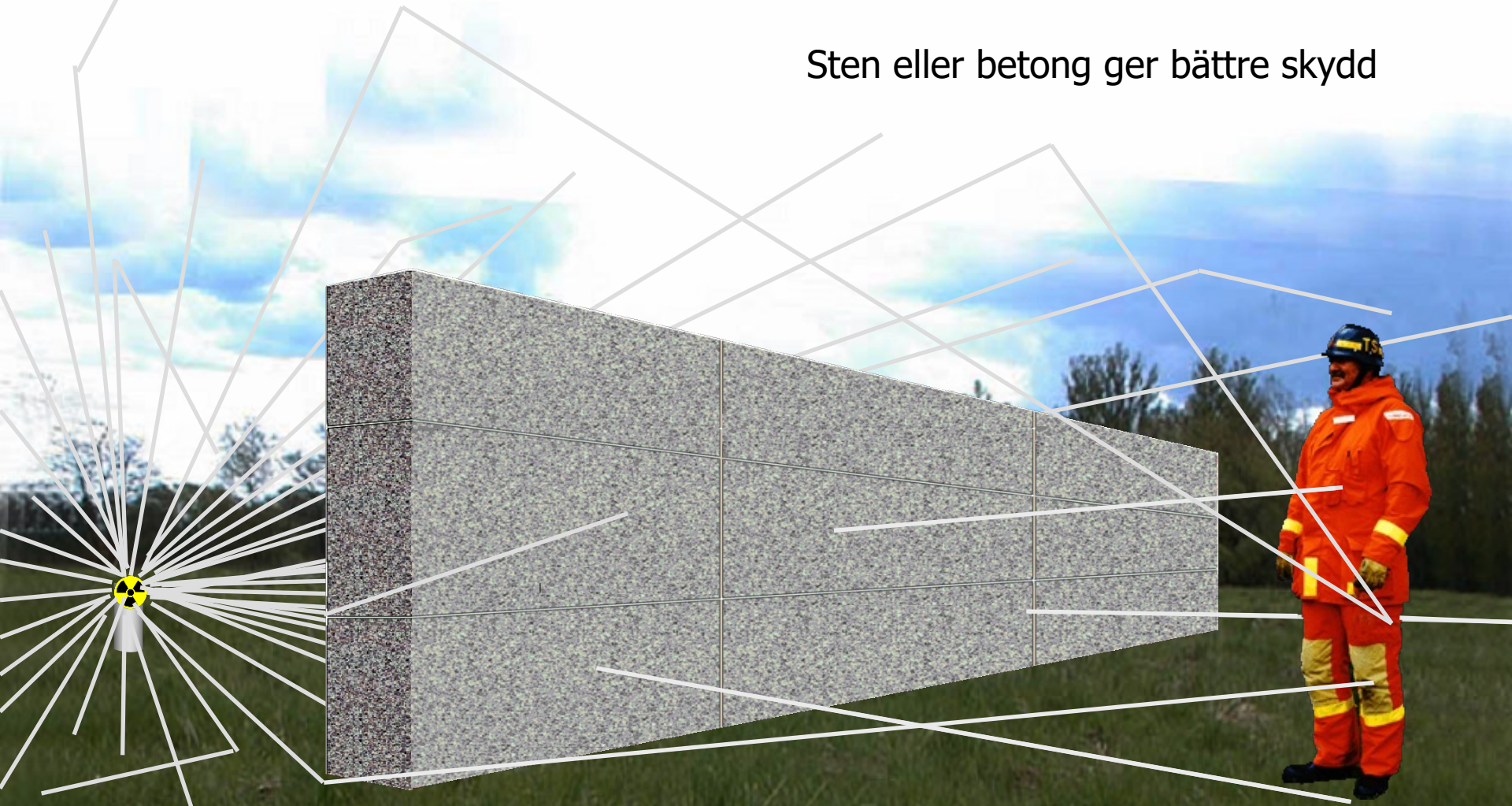
Tegel ger visst skydd





Gammastrålning

Sten eller betong ger bättre skydd

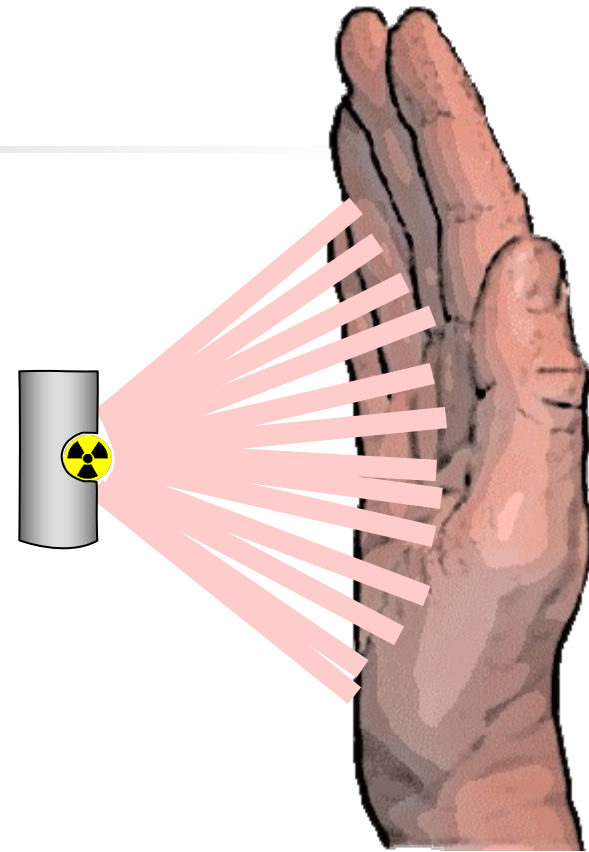


Alfapartikeln

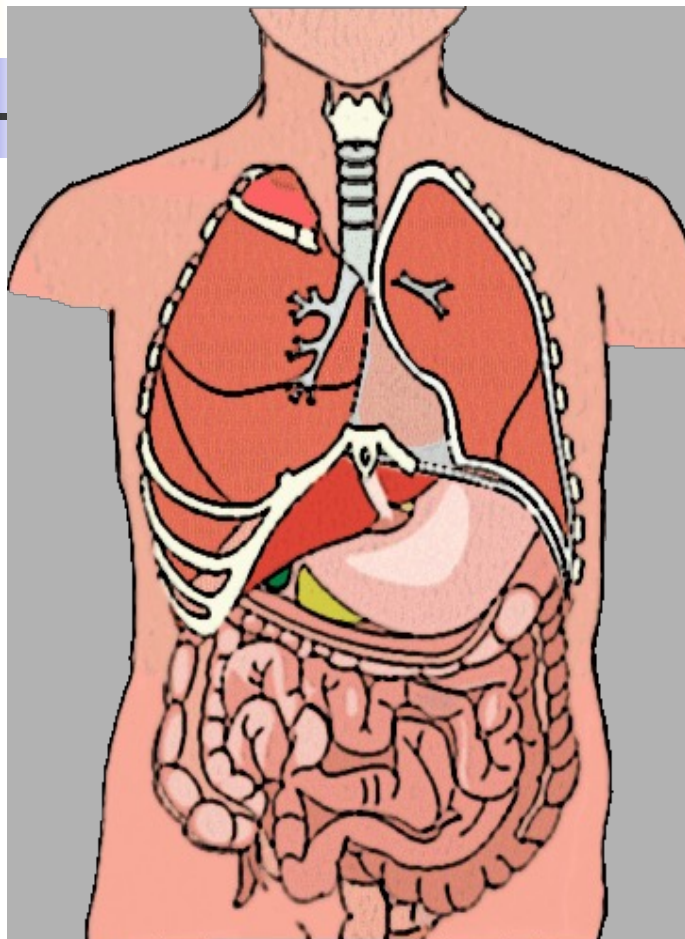
Alfapartikeln stoppas nästan direkt i materialen. Ett tunt papper stoppar nästan all strålning.

Strålningen tränger heller inte igenom huden eller skyddsdräkter

Utanför kroppen är alfastrålningen ganska harmlös men...



Alfapartikeln – internkontamination



Ett alfastrålande ämne kan komma in i kroppen genom

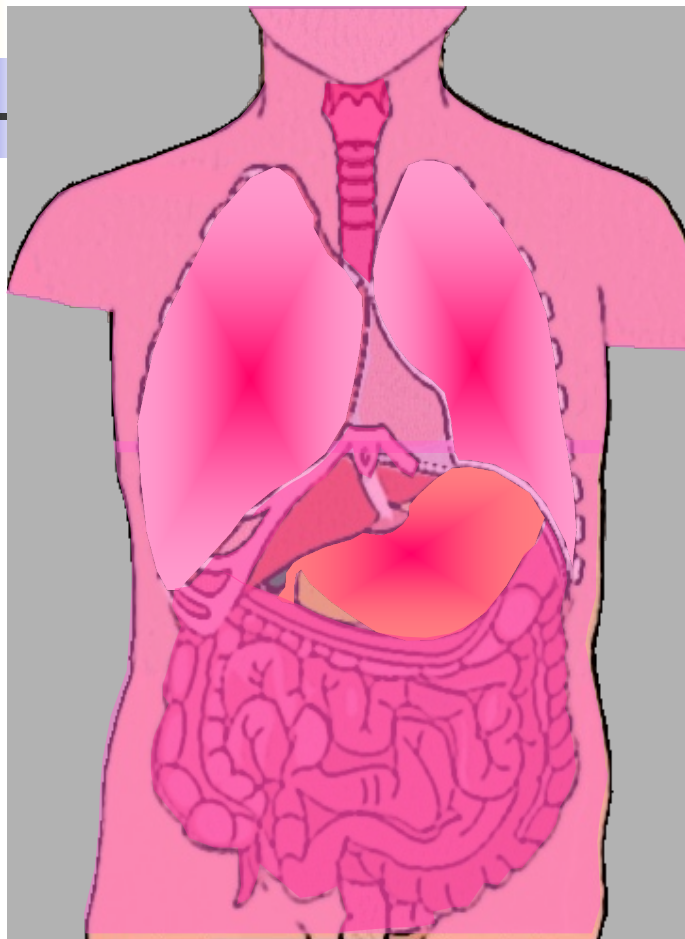
- Inandning
- Nedsväljning
- Öppna sår

Kan innebära stor fara eftersom strålningen skadar cellerna.

Använd **andningsskydd** om det finns risk för alfastrålande ämnen* i luften

* t.ex plutonium eller polonium

Alfapartikeln – internkontamination



Ett alfastrålande ämne kan komma in i kroppen genom

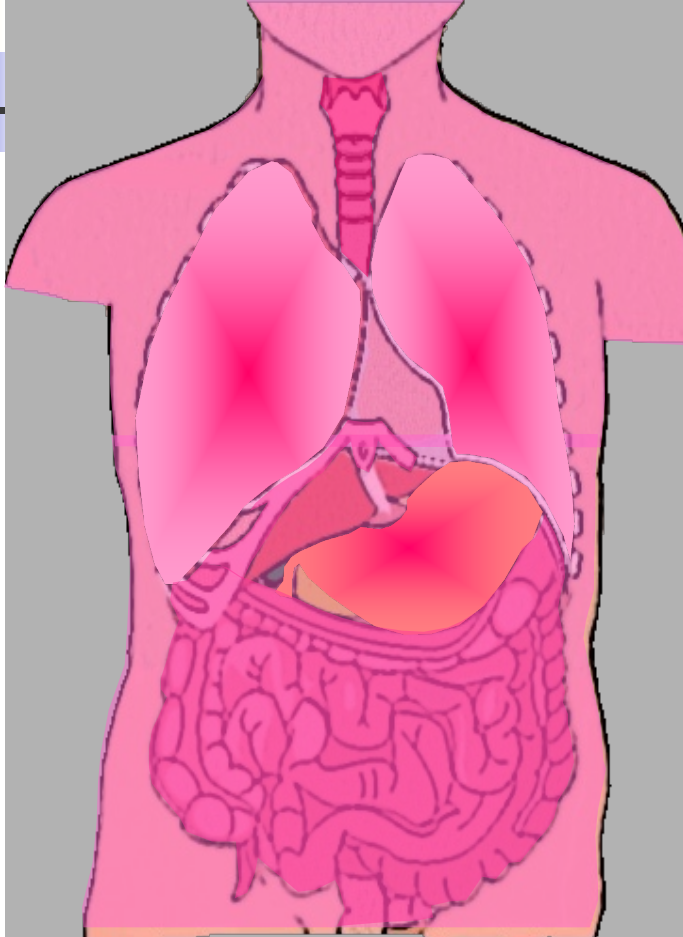
- Inandning
- Nedsväljning
- Öppna sår

Kan innebära stor fara eftersom strålningen skadar cellerna.

Använd **andningsskydd** om det finns risk för alfastrålande ämnen* i luften

* t.ex plutonium eller polonium

Akuta strålskador





Betastrålning

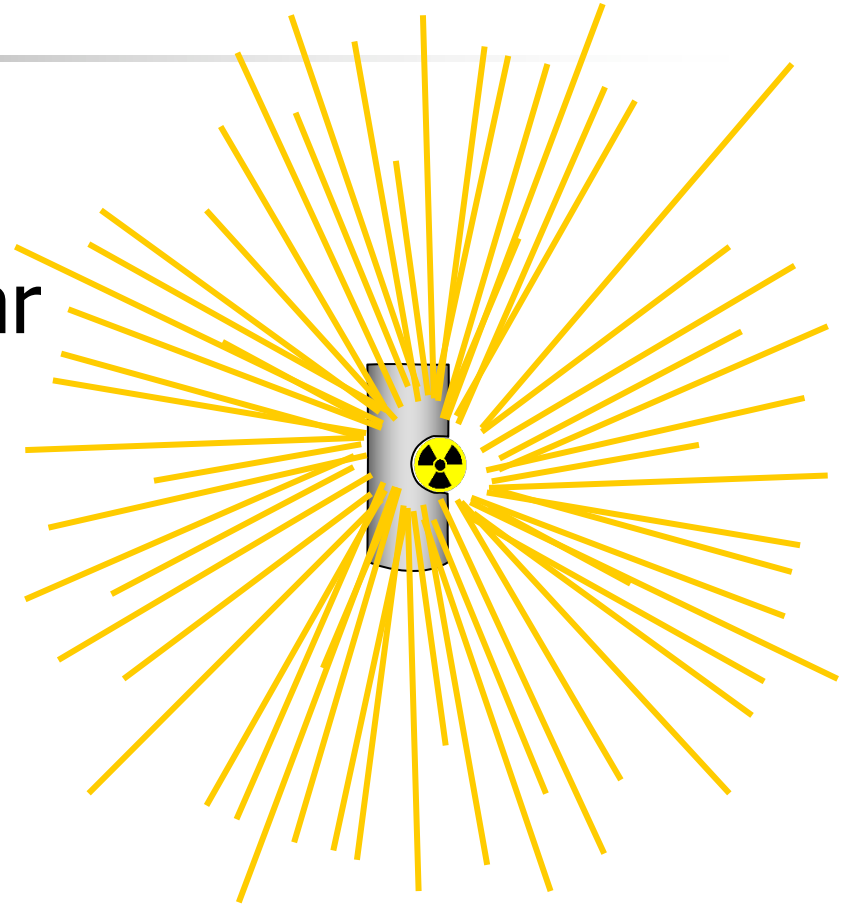
- Räckvidd i luft meter
- Strålningen tränger inte igenom tjocka kläder



Strålskydd

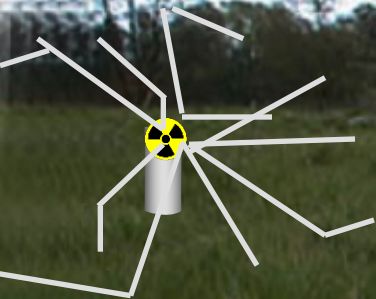
En radioaktiv källa strålar
lika mycket åt alla håll

Detta innebär att
strålningens intensitet
avtar med kvadraten på
avståndet till källan



Inversa kvadratlagen

10 m



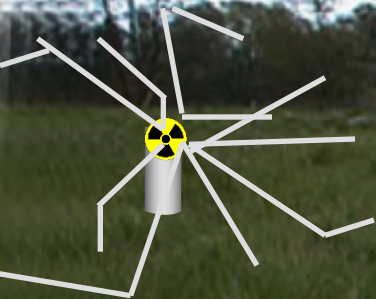


Inversa kvadratlagen

Halvera avståndet innebär
4 gånger högre intensitet

10 m

5 m





Inversa kvadratlagen

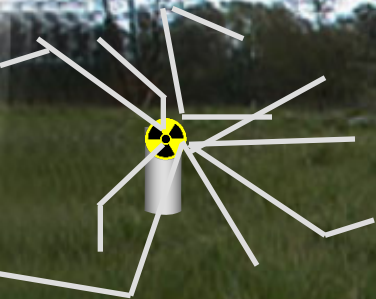
Dubbla avståndet innebär
4 gånger lägre intensitet

20 m

Halvera avståndet innebär
4 gånger högre intensitet

10 m

5 m



Händelser som skulle kunna orsaka strålskador?



Foto: Lawrence Livermore National Laboratory

Kärnladdningsexplosion



Transport av
radioaktivt kolli

Mycket farliga strålkällor



Industriell radiografering

^{60}Co 0,41 - 7,4 TBq. Tid till dödlig dos (1 m): 2 tim – 40 tim

^{192}Ir 0,19 - 7,4 TBq. Tid till dödlig dos (1m): 6 tim – veckor

Ger varaktiga skador inom minuter till timmar om strålkällan inte hanteras säkert. Kan ge dödliga skador inom några timmar eller dagar

Strålkällor med liten fara



Medicinska öppna strålkällor

^{131}I 0,0037 - 0,0074 TBq (0,1 - 0,2 Ci)
 ^{99}Mo - $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ 0,037 - 0,37 TBq (1 - 10 Ci)

Fuktighetsmätare

^{241}Am -Be 0,0003 - 0,0037 TBq
 (0,008 - 0,1 Ci)
 ^{252}Cf 0,0000011 - 0,0000026 TBq
 (0,00003 - 0,00007 Ci)



^{99}Mo - $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$
generator

Osannolikt att någon blir varaktigt skadad, men strålkällan **kan ge övergående skador** om den inte hanteras på ett säkert sätt

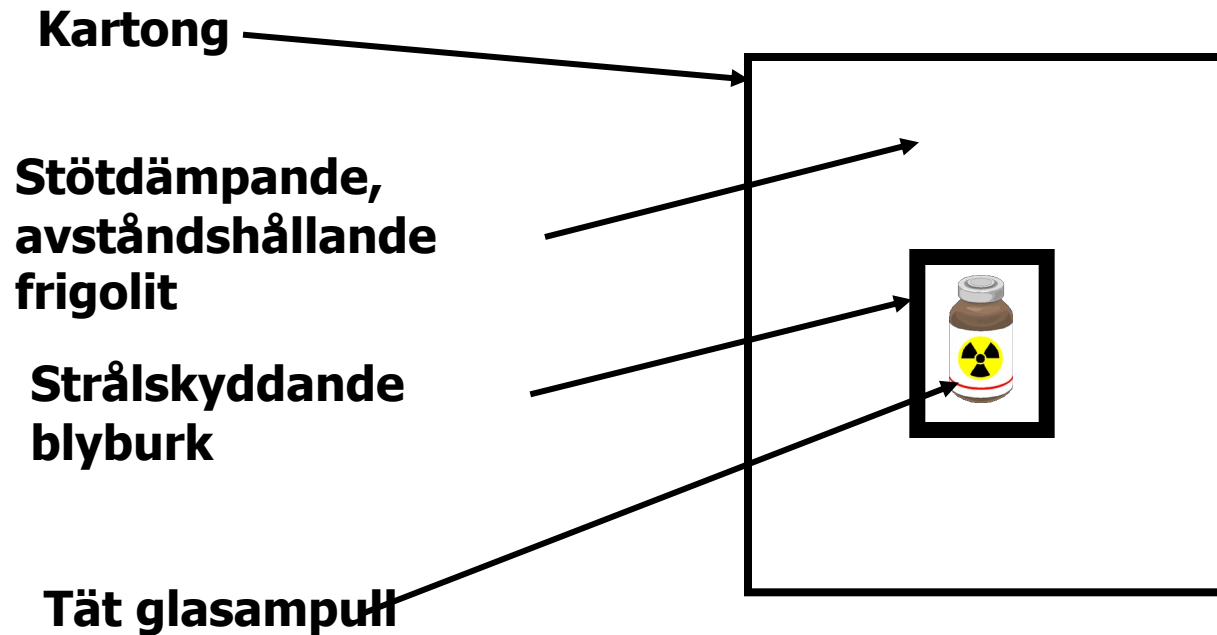
Transport av radioaktiva ämnen

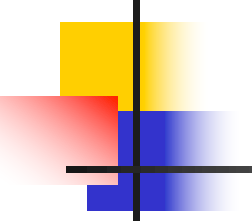
Kategorier – märkning av kollin

Kategori	Dosrat intill $\mu\text{Sv/h}$	Dosrat 1 m $\mu\text{Sv/h}$	Etikett
I-VIT	≤ 5	-	
II-GUL	≤ 500	≤ 10	
III-GUL	≤ 2000	≤ 100	

Transport av radioaktiva ämnen

Den vanligaste transportförpackningen – till sjukvården



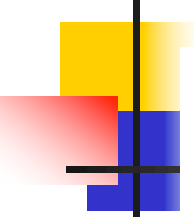


Myndighetsrapport

Strålskyddsåtgärder vid radiologiska nöd- situationer

Planeringsunderlag för händelser där platsen är okänd
på förhand

2020:15



20 mSv

- I första hand underskrida värdet på dosgränsen

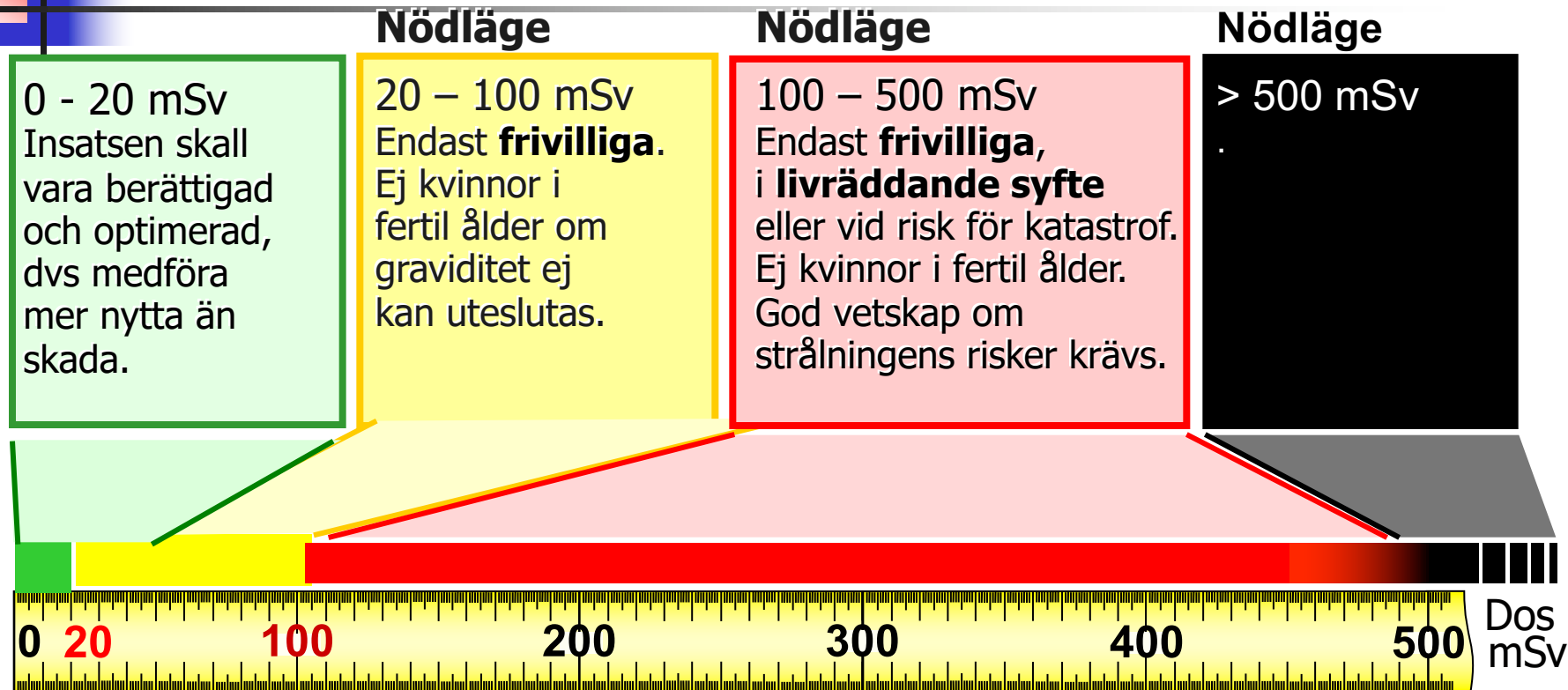
100 mSv

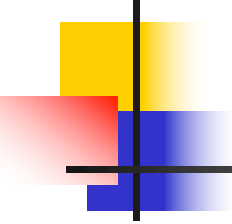
- Om det inte bedöms som möjligt att underskrida värdet på dosgränsen, underskrida 100 mSv
- Fastställs av den som ansvarar för räddningsarbetet

< 500 mSv

- För att rädda liv, förhindra att allvarliga strålningsrelaterade hälsoeffekter eller katastrofartade förhållanden uppstår 100 - 500 mSv
- Fastställs av den som ansvarar för räddningsarbetet

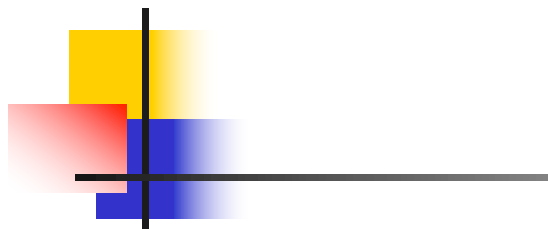
Bestrålning i nödläge – operativa riktlinjer





Avspärrning

- När ni närmar er i skyddsutrustning, ha vinden i ryggen
- Ordna en in och utpassage i avspärrningen.
- Minsta skyddsnivå – skyddsmask och handskar



Radioaktiva ämnen (klass 7)



Risker

- Akuta strålskador.
- Skador på lång sikt.
- Intern kontamination via inandning eller sväljning.

Initialt riskavstånd

	Initialt riskavstånd	50 m radie
	Vid vätska eller ångor	300 m

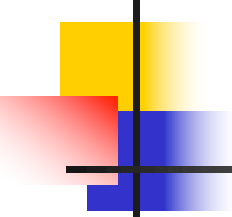
Tänk på

- Gammastrålning har lång räckvidd och tränger igenom alla typer av skyddskläder.
- Vistas så kort tid som möjligt i områden där strålning förekommer.
- Håll största möjliga avstånd till strålkällan.
- Skärma av strålkällan från det som ska skyddas med hjälp av till exempel vatten, stål eller betong.
- Inte mer personal än nödvändigt i riskområdet (inga gravida kvinnor).
- Rör inga föremål inom riskområdet.
- Roterar personal så att varje person vistas så kort tid som möjligt i riskområdet.
- Anteckna om möjligt hur lång tid varje person befinner sig i riskområdet.
- När det finns tillgång till mätinstrument sätts avspärrningen vid en doshastighet på $100 \mu\text{Sv/h}$.



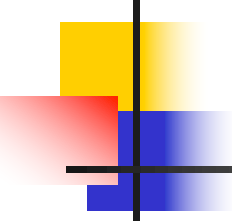
Tabell 3. Längsta vistelsetider i timmar eller minuter för olika referensnivåer och externa dosrater. Beräkningarna utgår från att arbetstagaren har adekvat skyddsutrustning för att helt undvika stråldoser från intern exponering.

Dosrat ($\mu\text{Sv/h}$)	Längsta vistelsetider (timmar) för olika referensnivåer			
	20 mSv	50 mSv	100 mSv	500 mSv
10	2 000	5 000	10 000	50 000
100	200	500	1 000	5 000
500	40	100	200	1 000
1 000	20	50	100	500
5 000	4	10	20	100
10 000	2	5	10	50
50 000	24 min	1	2	10
100 000	12 min	30 min	1	5



En snabb livräddande insats kan göras i alla praktiskt tänkbara fall i Sverige:

- Ta den exponerade från riskområdet,
- Byt personal regelbundet om den exponerade av någon anledning inte enkelt kan flyttas från riskområdet.



Var kan man få hjälp?

- Strålsäkerhetsmyndigheten TIB
- Socialstyrelsen TIB
 - RN-MEG
- KCRN, Kunskapscenter RN, Radiation Emergency Medicine Center of the Swedish NBHW (via Socialstyrelsen TIB)

Ukraine

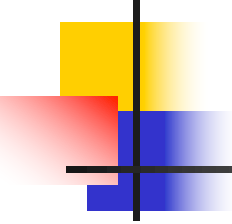


2022-10-06

Tjernobyl

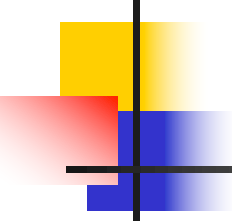
- Påverkan på Sverige?
- Nej
- Kvarvarande reaktorer är stängda
- Använt kärnbränsle finns kvar och måste kylas
- Saknas el så kan det ske en lokal påverkan





Övriga kärnkraftverk

- Påverkan på Sverige?
- Beroende på väder och vind...
- Vid ogynnsamma förhållande
Tjernobyliknande nedfall
påverkande vilt och grödor.
- Patienter till Sverige, kanske



Zaporizhzhia

- Europas största kärnkraftverk
- Alla reaktorerna stängda (sep 2022)
- Minskar risken för härdsvälta betydligt
- Risken kvarstår några månader
- El behövs för kylsystemen
- Generatorer
- En reaktor kan köras i reducerat läge för att försörja sig själv och andra med el