

# Energiförsörjningens risker



**November 9 2010**

**Energiförsörjningen och människans hälsa.  
Riskbedömningar under osäkerhet.**

**Mats Harms-Ringdahl  
Centrum för strålskyddsforskning  
CRPR  
Stockholms Universitet**

# Riskbedömningar under osäkerhet

- **Exemplet joniserande strålning**
- **Energiproduktion baserad på fosila bränslen.**
- **Strategier för en säkrare riskuppskattning**
- **Sammanfattning**

# Riskbedömningar under osäkerhet



Nytta  $\longleftrightarrow$  Risk

Jämföra alternativ

Akuta och långsiktiga  
hälsoeffekter.

# **Grundläggande frågor**

**Vad exponeras vi för?**

**Vilka exponeras?**

**Vilka är hälsoeffekterna?**

**Hur ser dos-responssambanden ut?**

**Vilka mekanismer ligger bakom?**

**Hur stor är osäkerheten i  
riskbedömningen?**

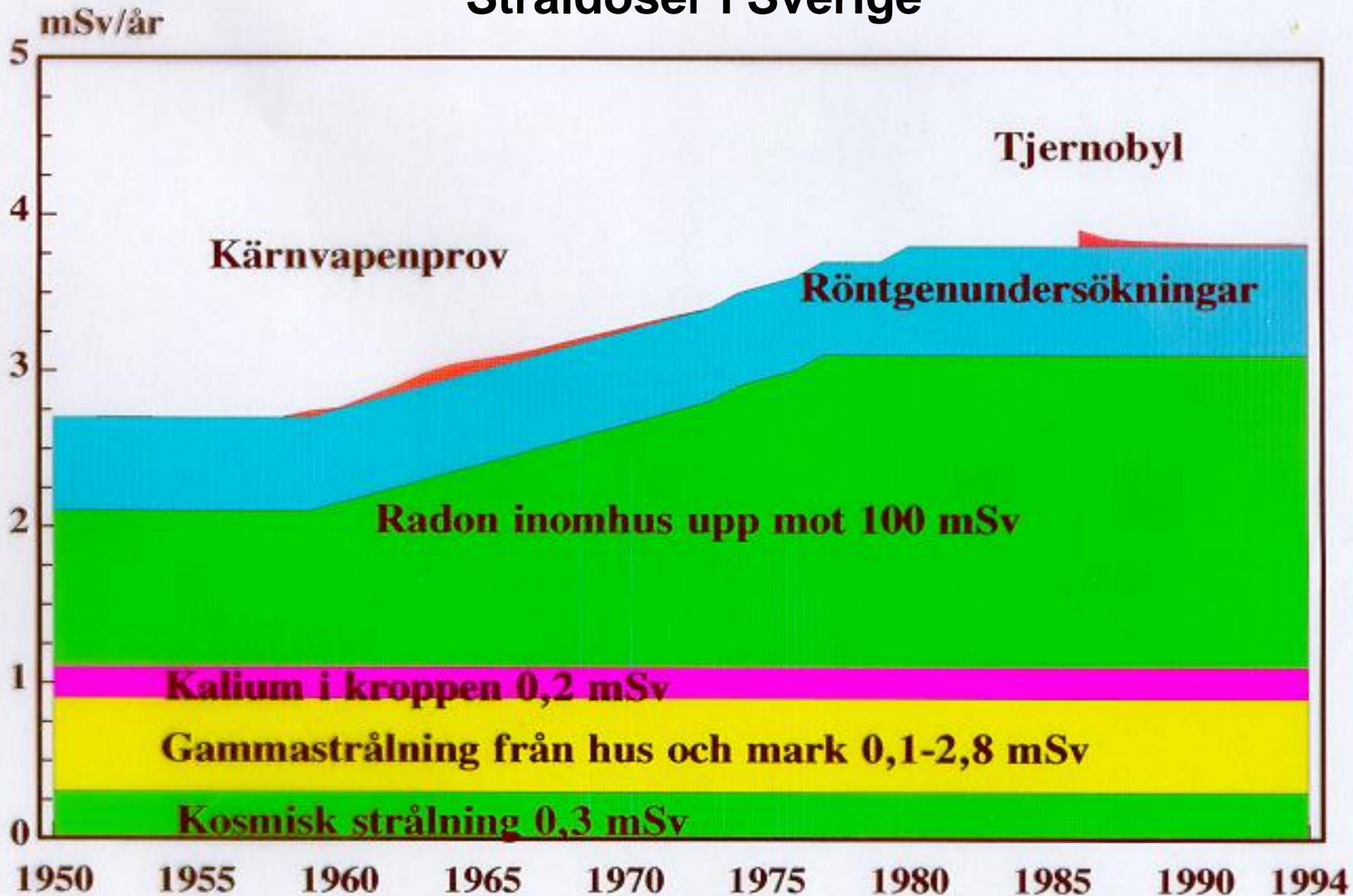
# Rekommenderade dosgränser

## ICRP 103

Exponerad grupp	Yrkesarbete	Allmänhet
Effektiv dos	Får ej överstiga ett medelvärde på 20 mSv sett över en 5 årsperiod	1 mSv per år*

\*Ett högre värde kan accepteras under ett år under förutsättning att medeldosen under 5 år ej överstiger 1 mSv per år.

# Stråldoser i Sverige



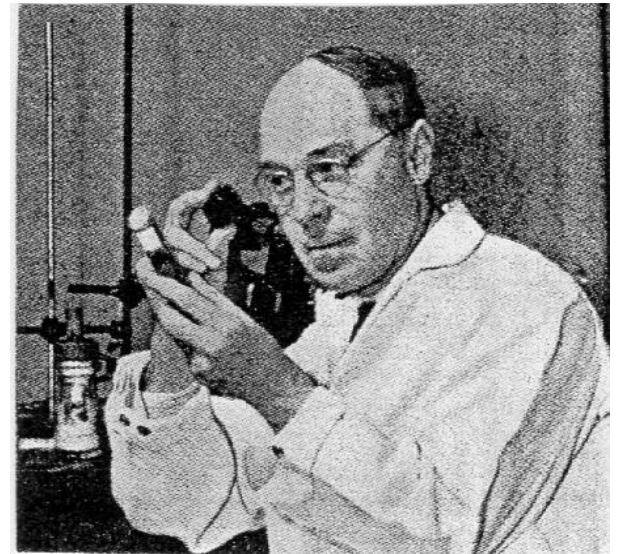
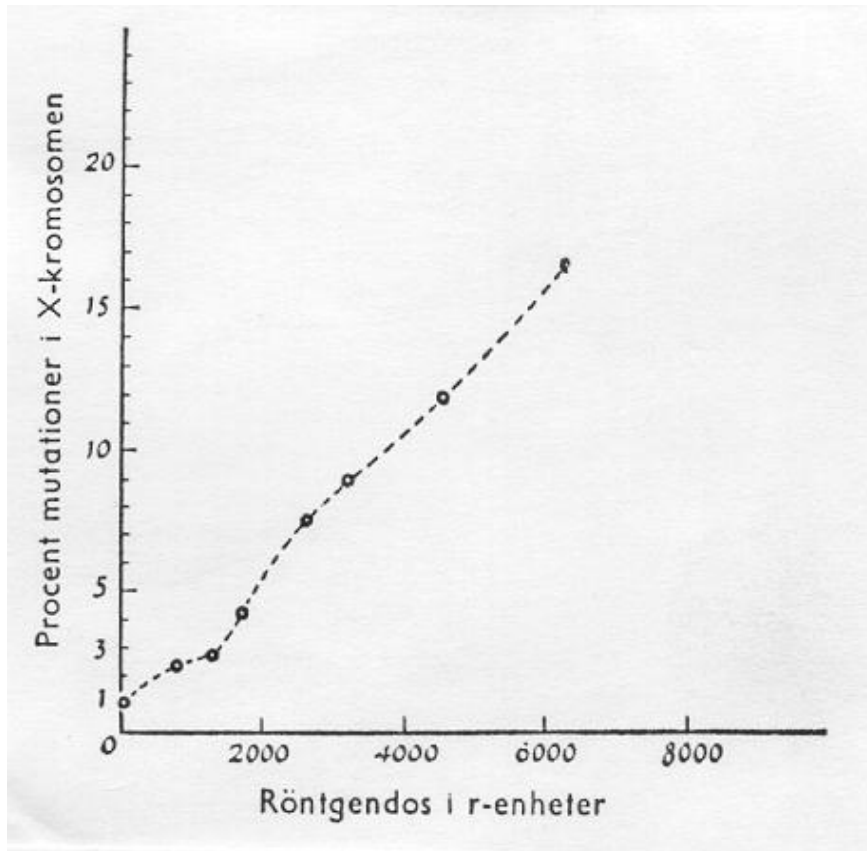
# Riskuppskattning

**Risikfaktor för fatal cancer  $5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$**

En ökning av kollektivdosen med 1 mSv uppskattas ge  
5 cancerfall per 100.000 exponerade

**På vilken kunskap baseras denna riskfaktor?**

# Förståelse för mekanismer



H.J. Muller, Nobelpriset i medicin 1946

Muller 1927

# Var kommer kunskapen från?

**Epidemiologiska data**

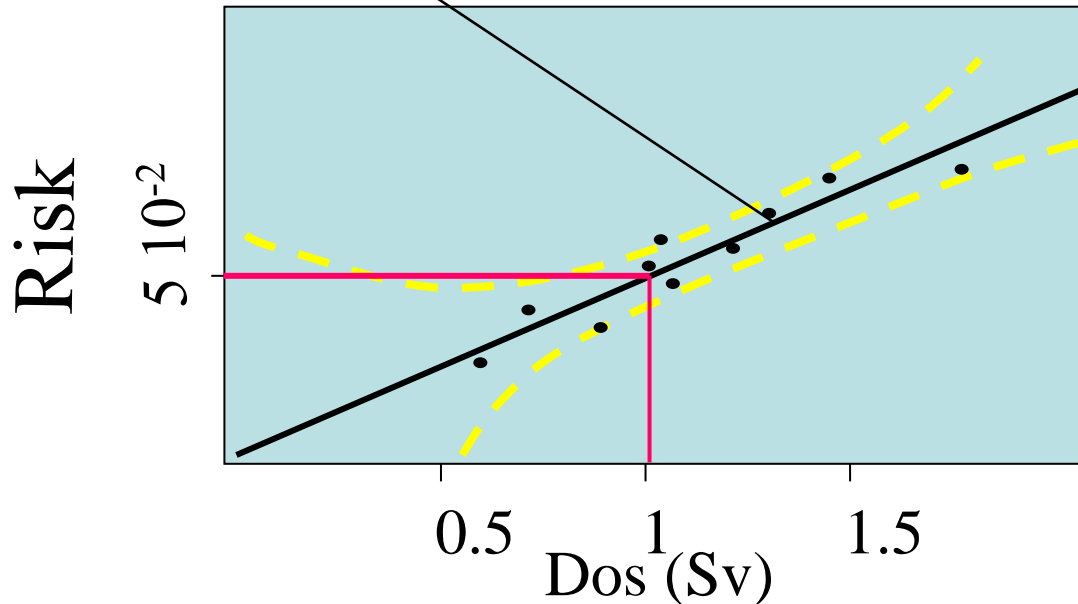
**Överlevande Atombomberna**

**Medicinska exponeringar**

Höga doser

Höga dosrater

Komplicerad dosimetri



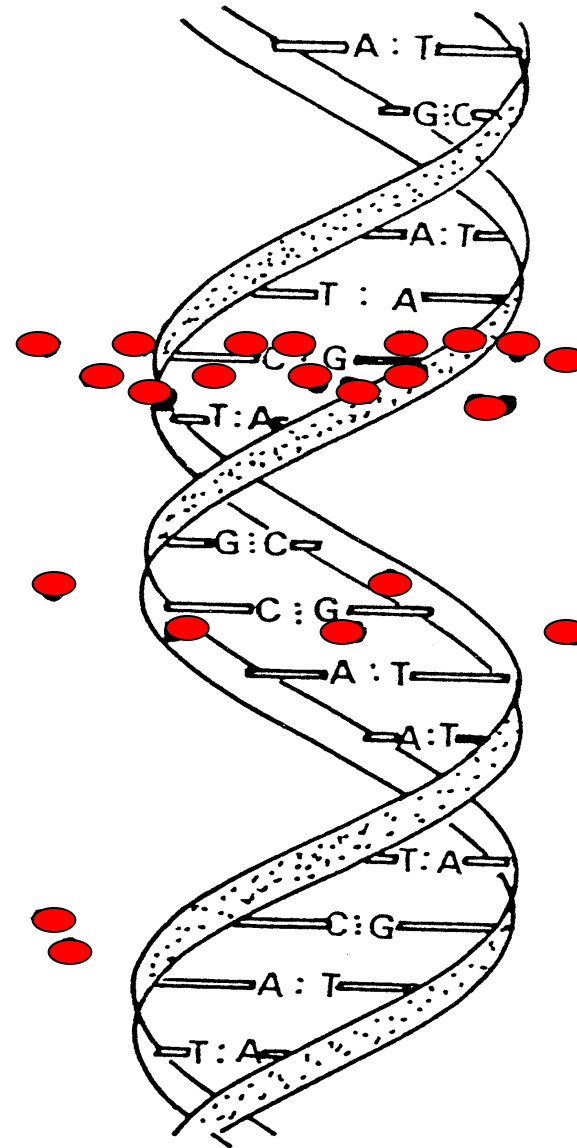
# Kunskap rörande mekanismer DNA

## Strålkvalité

Alpha

Neutrons

Gamma



Olika strålkvalitéer har olika biologisk effekt

## Kvalitetsfaktorer

<b>Q</b>	<b>Kvalitetsfaktor</b>
<b>1</b>	<b>Fotoner (röntgen, gamma)</b>
<b>1</b>	<b>elektroner</b>
<b>1</b>	<b>protoner,</b>
<b>2-20</b>	<b>neutroner</b>
<b>20</b>	<b>alfa</b>

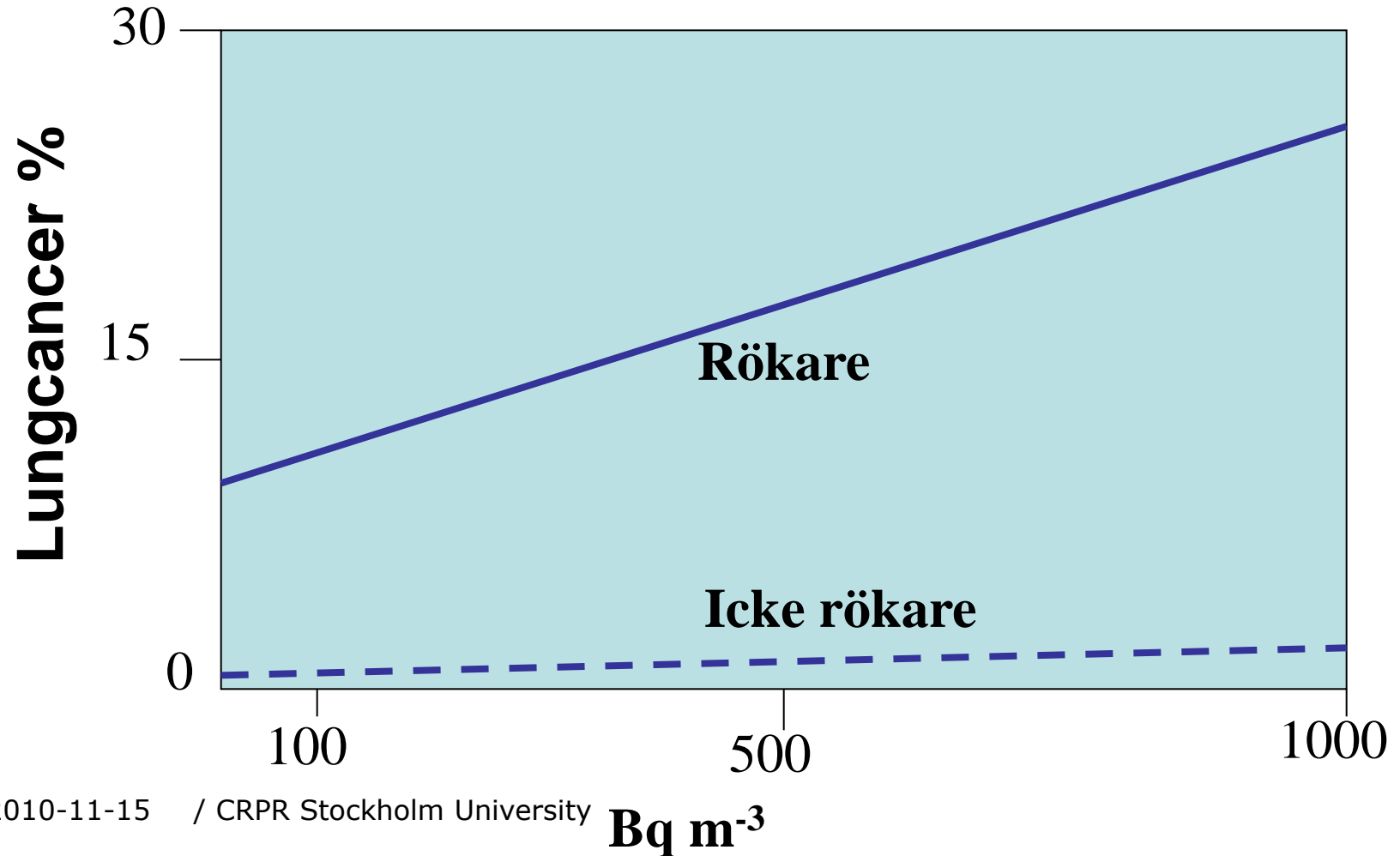
$$\mathbf{Sv = Gy \times Q}$$

$$\mathbf{1Gy = 1Joule/kg}$$

# Strålskyddsforskningens utmaningar

- Epidemiologiska data för strålningsinducerad cancer för doser under **100 mSv**
- Bättre kunskap om dosrateffekt, strålkvalité samt viktningsfaktorer för organ
- Epidemiologiska data för andra åldersrelaterade sjukdomar (hjärt och kärl, demens) saknas i låg dos området.
- Riskbedömning vid intern kontaminering osäker
- Risker vid låga dosrater
- Hur stora är skillnaderna på individnivå vad gäller känslighet?
- Hur påverkas risken om man exponeras för strålning och ett annat genotoxiskt ämne samtidigt
- *Hur stor påverkan har livsstilfaktorer?*

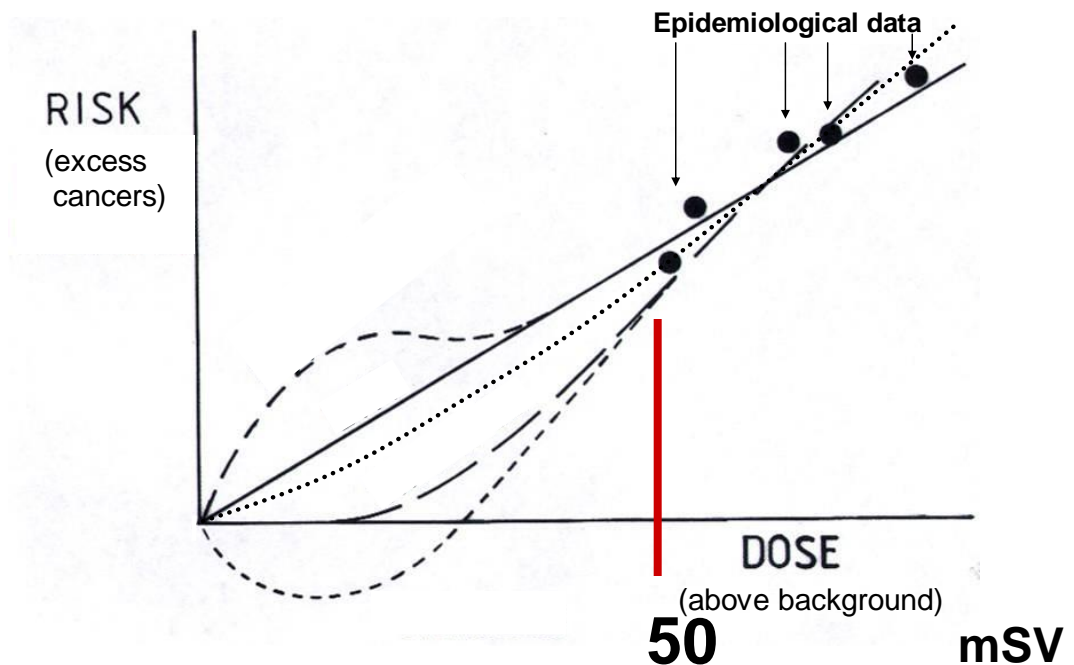
# Livsstilsfaktorer Kombinations effekter (kemikalier, stress etc)



# LNT-hypotesen (Linear Non Threshold)

- Riskuppskattning för låga doser bygger på hypotesen att dosresponssambandet som dokumenterats genom epidemiologiska studier är lineärt ner till bakgrunds nivå.

**Hur stor är  
osäkerheten?**



# Osäkerheter vid riskbedömning av hälsoeffekter av luftföroreningar från energiproduktion



- Vad exponeras vi för?
- Vilka är effekterna på vår hälsa?
- Vilka osäkerheter föreligger och hur stora är de?

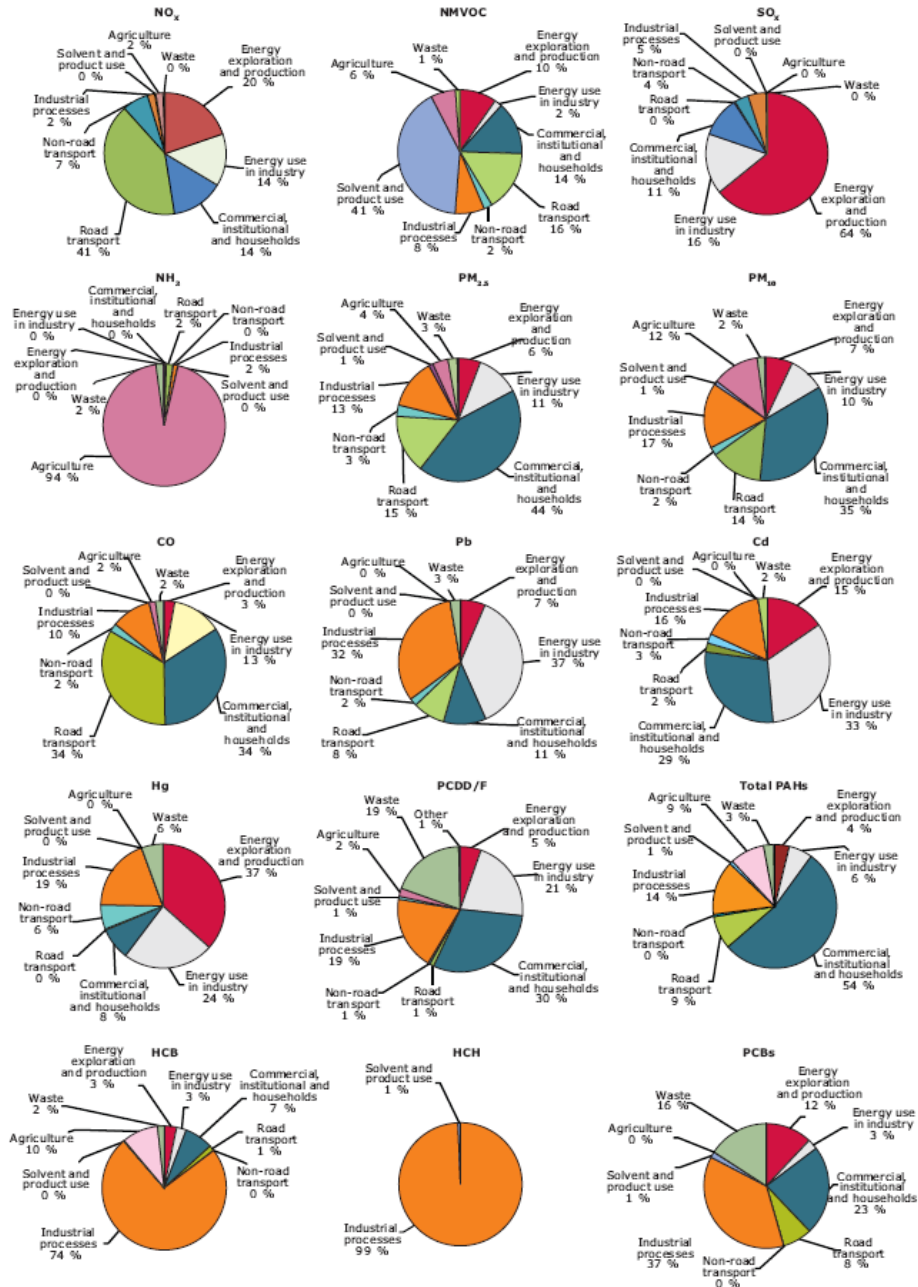
# Hälsoeffekter

- Andningsfunktion
- Hjärt och kärlsjukdomar
- Cancer
- Reproduktion och *utveckling*
- Neurologiska
- Akuta dödsfall
- Övriga (allergier etc)

# Luftföroreningar, komplexa system

- Partiklar
- Ozon
- Kolmonoxid
- Svavelföreningar
- Kväve oxider
- Tungmetaller
- Flyktiga Kolväten
- Joniserande strålning

Figure 3.1 Share of emissions per pollutant by sector group



Vilka luftföroreningar kommer från energiproduktion?

# Antal döds- sjukdoms-fall per TWh orsakade av luftföroreningar

Hälsoeffekter orsakade av elenergiproduktion i Europa

	Dödsfall*	Allvarlig sjukdom
Lignit	32,6 (8-130)**	298(75-1193)
Kol	24,5(6-98)	225 (556-899)
Olja	18,4 (5-74)	161 (40-646))
Gas	2,8 (1-11)	30 (74-120)
Kärnenergi	0,052	0,22

\* Akuta och kroniska effekter, för kärnenergi är alla cancerfall inräknade.

\*\* 95% konfidensintervall

## Antal “lindriga” sjukdoms-fall per TWh orsakade av luftföroeningar

Hälsoeffekter orsakade av  
elenergiproduktion i Europa

	Sjukdom*
Lignit	17676 (4419-70704)**
Kol	13288 (3322-53150)
Olja	9551 (2388-38204)
Gas	703 (176-2813)
Kärnenergi	-

\*Nedsatt arbetsförmåga, hosta,  
symptom från andningsapparat etc.

\*\*95% konfidensintervall

# Övergripande osäkerheter

- Komplex dosimetri
- Dosrespons samband för låga doser och sena effekter.
- Komplexa mekanismer bakom effekterna
- Komplexa samverkans effekter.

# Internationella variationer i cancer förekomst\*

Typ av cancer	Högst/Lägst	Högst	Lägst
<b>Melanom</b>	<b>155</b>	<b>Australien</b>	<b>Japan</b>
<b>Prostata</b>	<b>70</b>	<b>USA (afro)</b>	<b>Kina</b>
<b>Mag</b>	<b>22</b>	<b>Japan</b>	<b>Kuwait</b>
<b>Lever</b>	<b>50</b>	<b>Kina</b>	<b>Kanada</b>
<b>Lung</b>	<b>19</b>	<b>USA (afro)</b>	<b>Indien</b>
<b>Tjocktarm</b>	<b>19</b>	<b>USA (afro)</b>	<b>Indien</b>

\* Rothman et al. BBA, 2001,1471,C1

# Generella strategier för att överbrygga osäkerheter i riskbedömning

- Metastudier (identifiera nya kohorter)
- Utveckla metoder vad gäller dosimetri (exponering)
- Utveckla epidemiologin (Biomarkörer)
- Utveckla kvalitetsfaktorer för olika agens
- Utveckla viktningsfaktorer för olika organ
- Mekanistiska studier på cellulär och organ nivå
- Biomarkörer som kopplar exponering till sjukdom
- **Nationella och internationella  
forskningsinsatser**