

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.

Energiförsörjningen och människans hälsa

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?**

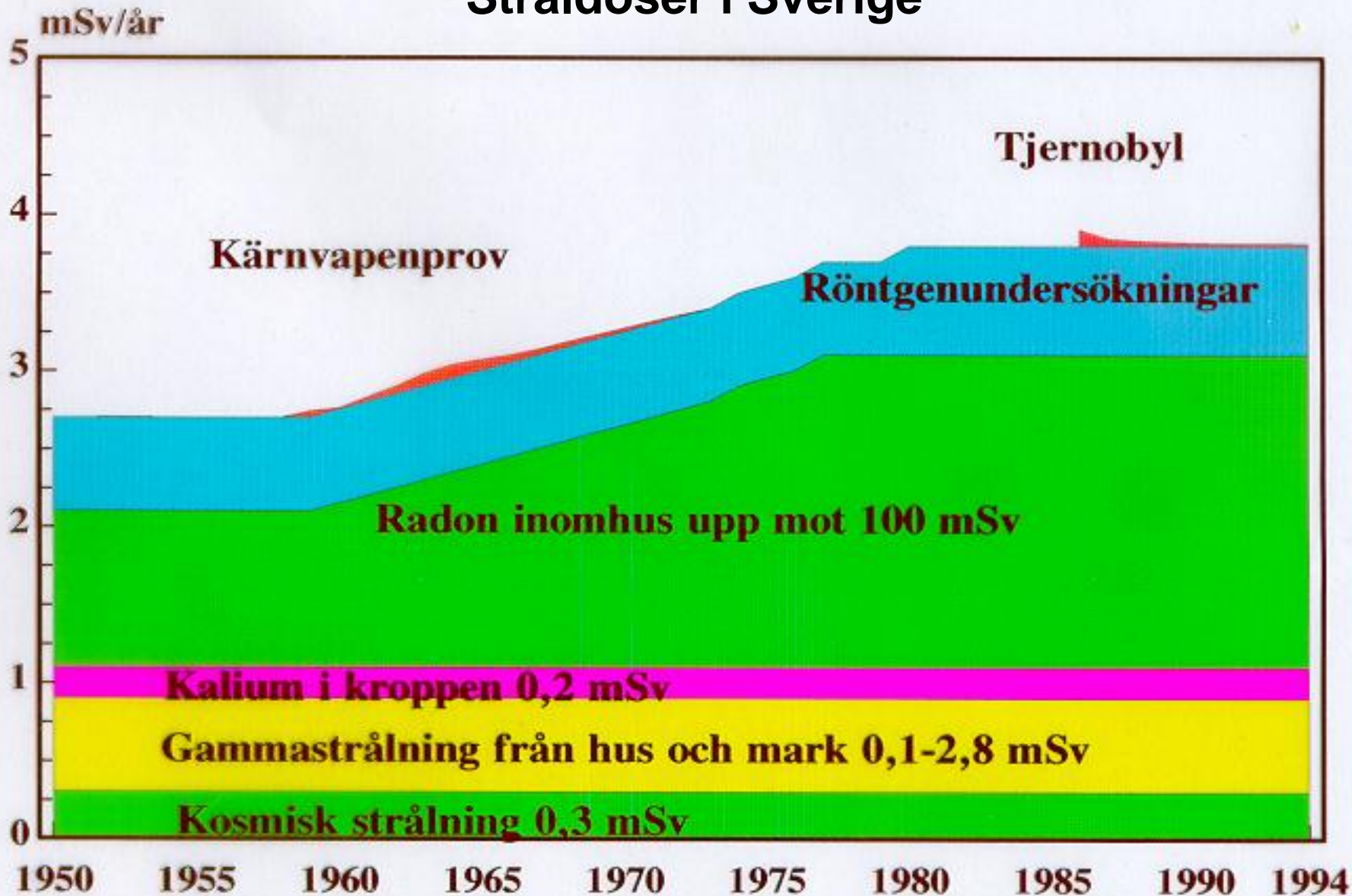
Rekommenderade dosgränser

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



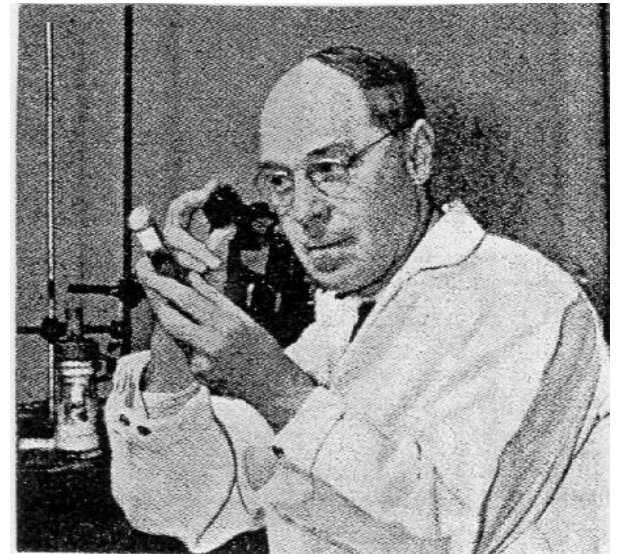
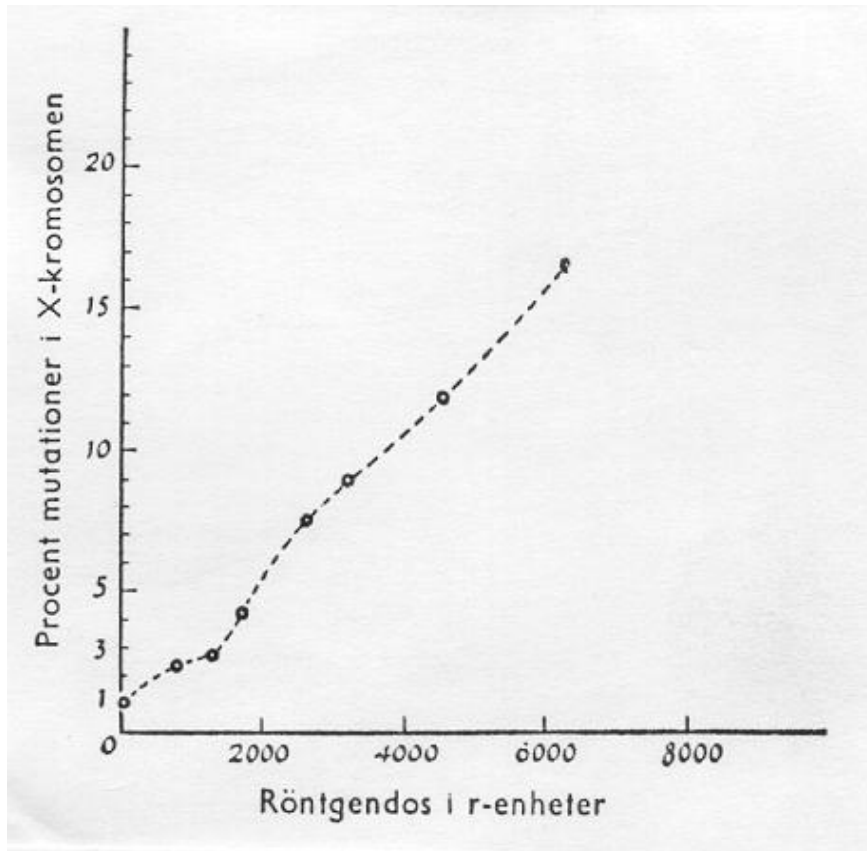
Riskuppskattning

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

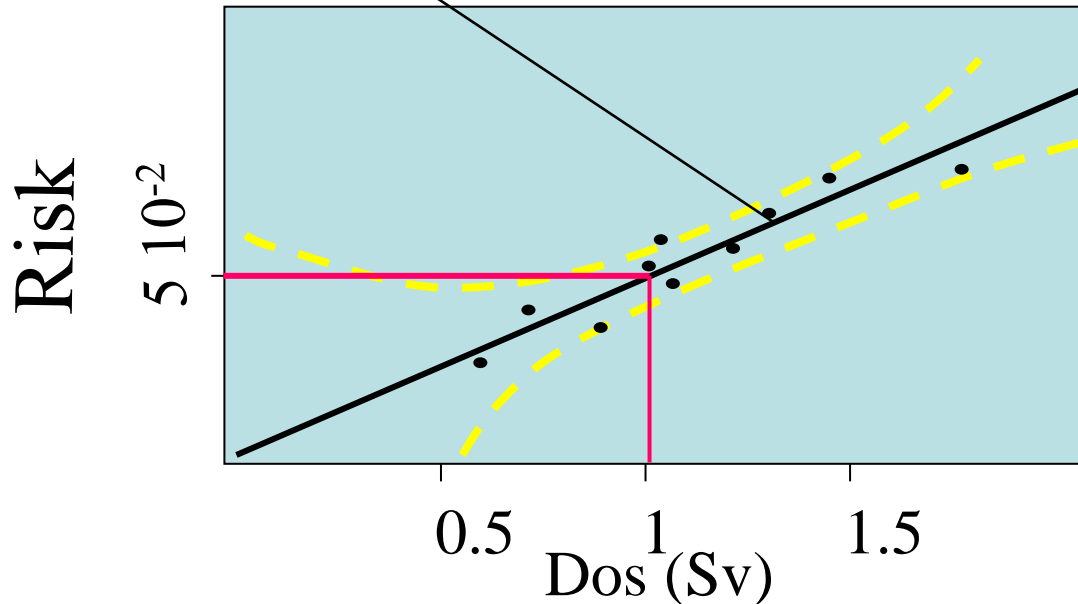
Överlevande Atombomberna

Medicinska exponeringar

Höga doser

Höga dosrater

Komplicerad dosimetri

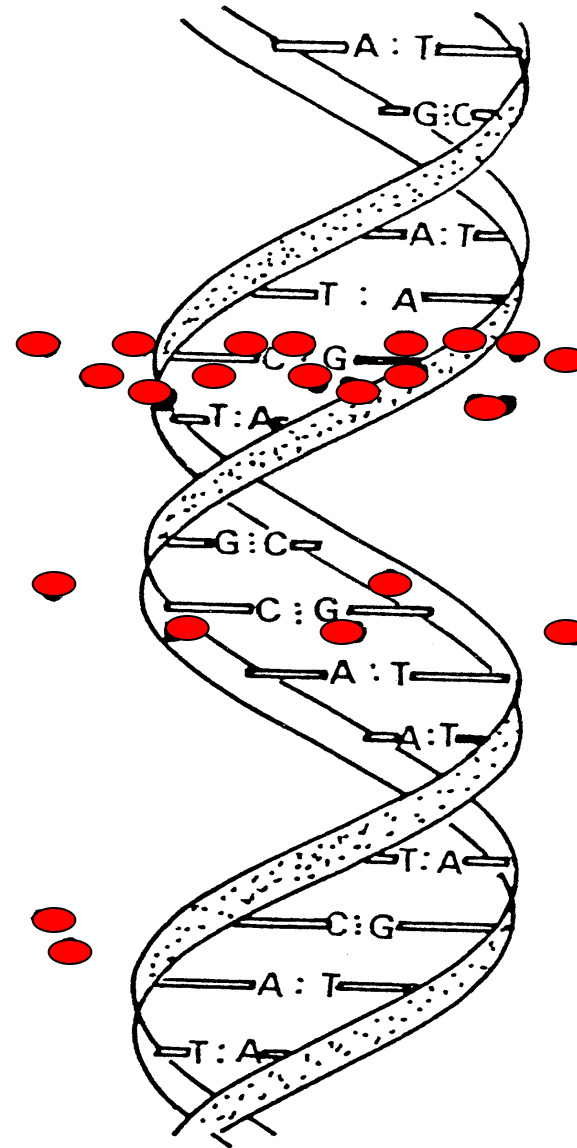


Strålkvalité

Alpha

Neutrons

Gamma



Olika strålkvalitéer har olika biologisk effekt

Kvalitetsfaktorer

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

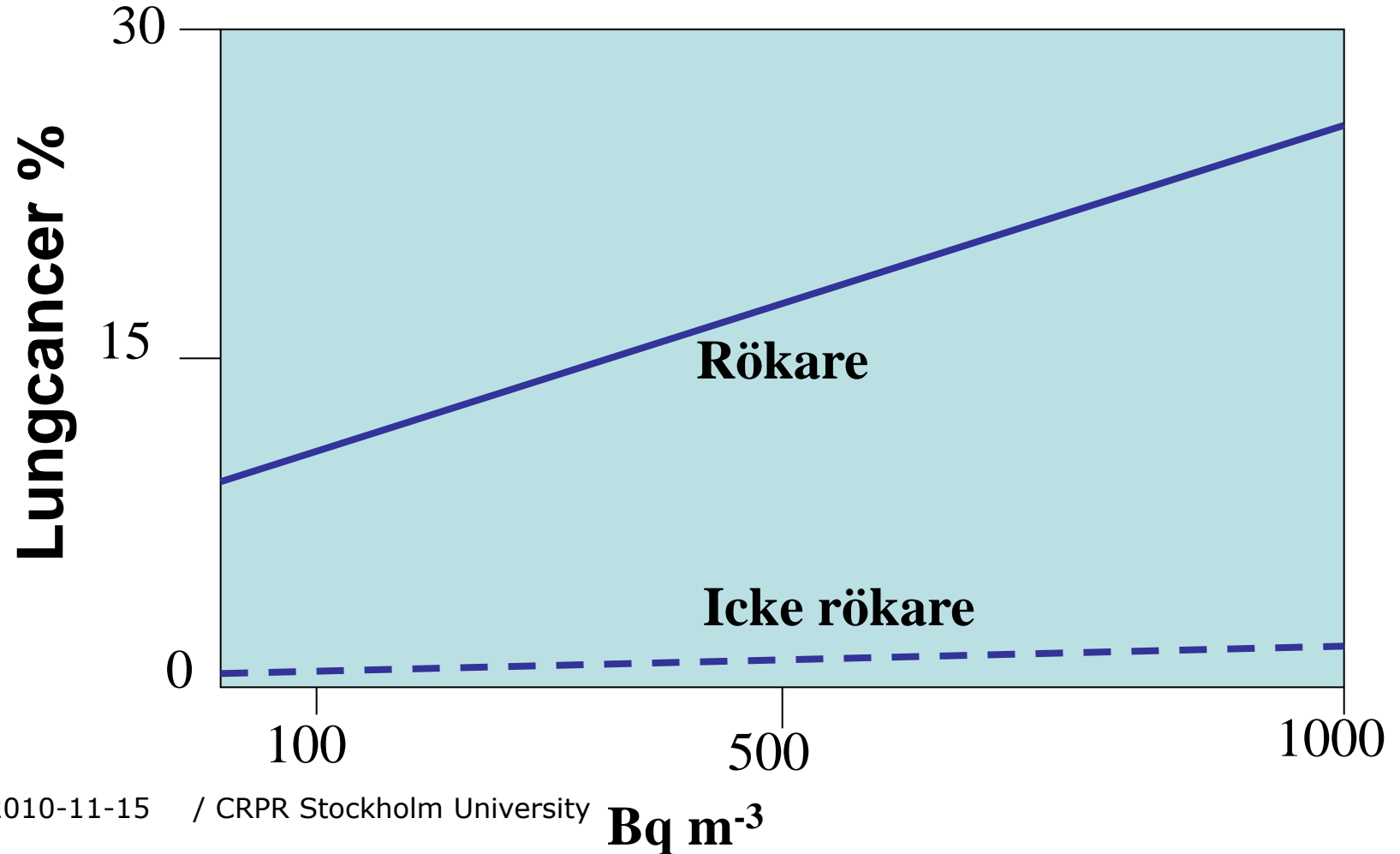
$$\mathbf{Sv = Gy \times Q}$$

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

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?*

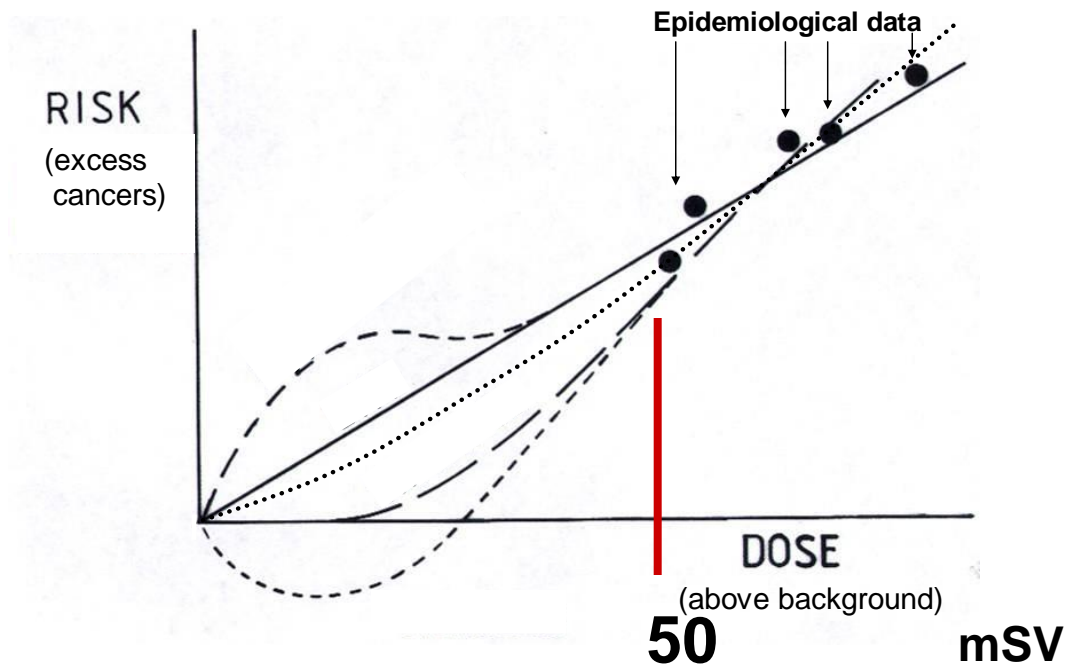
Livsstilsfaktorer Kombinations effekter (kemikalier, stress etc)



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?

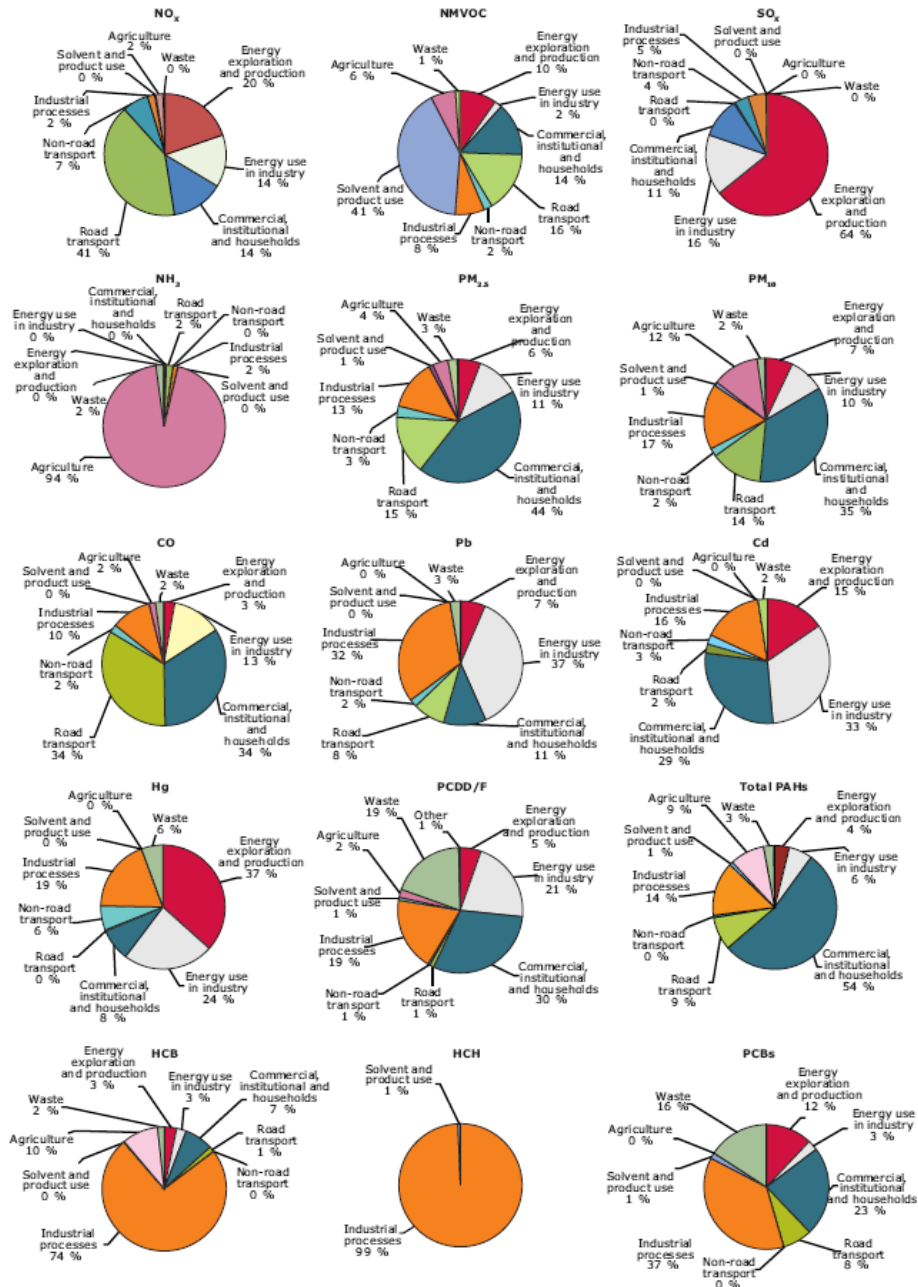
Hälsoeffekter

- 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
Melanom	155	Australien	Japan
Prostata	70	USA (afro)	Kina
Mag	22	Japan	Kuwait
Lever	50	Kina	Kanada
Lung	19	USA (afro)	Indien
Tjocktarm	19	USA (afro)	Indien

* 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**