

**Kemisk Miljövetenskap**  
Sammanfattning från föreläsningar

Yehya Alazem

2012-12-11

## **Förord**

Detta dokument är en sammanfattning av föreläsninganteckningarna som har delats ut under kursen, läsåret 2012-2013. Jag hoppas att det kan hjälpa andra att klara den absolut tråkigaste och mest meningslösa kursen som finns.

Jag vill även passa på att tacka Natalie Gutierrez för sitt stöd.

Yehya Alazem

# Föreläsning 1

## Environmental Management

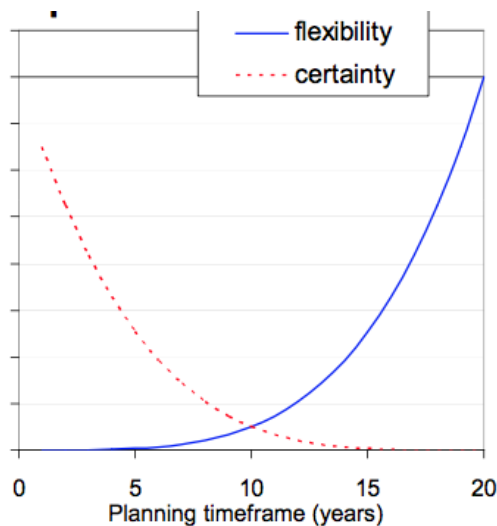
### Stewart/Deming Cycle

- PLAN (Define goals, create team, prepare budget etc.)
- DO (Identify legal requirements, environmental issues etc.)
- CHECK (Conduct audit of EMPs and EMS, analyse monitoring data)
- ACT (Conduct management review)

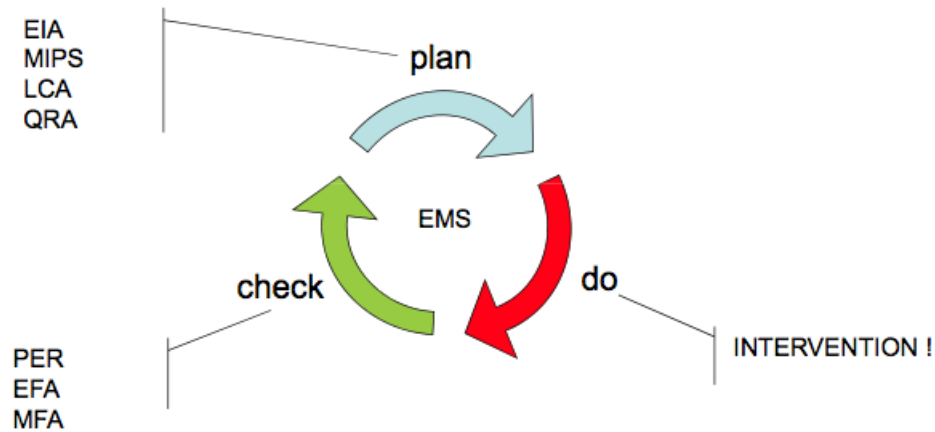
### Strategic Planning (Environmental)

- Strategic Planning: State and Regional environmental assessments
- Project Planning: Product and process assessment
- Approval: Site specific studies and EIS
- Creation: CEMP (Community Environmental Monitoring Program), licences
- Operation: OEMP (Operation Environmental Management Plan), licences

### Uncertainty



## Environmental tools in a management context



### Plan:

- EIA: Environmental Investigation Agency - EIS: Environmental Impact Assessment
- MIPS: Materials intensity per service unit
- LCA: Life cycle assessment
- QRA: Quantitative Risk Assessment

### Check:

- PER: Public Environmental Reporting
- EFA: Ecological Footprint Analysis
- MFA: Materials Flux Analysis

### EIS

- Establishment of need and constrains
- Description of proposal
- Character of existing environment
- Analysis and evaluation of impacts
- Mitigation measures

## **MIPS**

- A coarse, screening level LCA that quantifies materials inputs to the provision of a service
- Accounts for all material and energy inputs to provide the service
- Does not include the area of land required nor the waste generated
- Ecological rucksack, eco-efficiency
- The aim of MIPS is to dematerialise a service or a regional economy while maintaining or improving quality of life

## **LCA**

- Examines inputs and outputs of a product or service
- Uses environmental burden indicators, more sophisticated than MIPS
- Can be applied at various levels of detail, down to GHG (Greenhouse gas) LCA

## **Risk Analysis**

### **Includes:**

- Quantitative and qualitative risk assessment methods
- Chemical and microbial risk
- Human and environmental receptors

### **Tasks:**

- Identify potential hazards
- Identify potential consequences
- Examine barriers
- Calculate frequency or likelihood of incidence
- Calculate total risk based on frequency and consequence
- Compare with relevant standards for acceptable risk

### **Complementary studies to LCA, MIPS, QRA**

- Life Cycle Costing (LCC)
- Noise forecasting
- Odour dispersion modelling
- Nutrient dynamics
- Species impact assessments

### **Doing Sustainability**

- Implement a policy to change an industrial process: Sydney Water
- Correct a human intervention in the environment: Preservation or restoration of habitat
- Influence human behaviour:
  - Price of environmental resource:
    - \* Tax/Levy
    - \* Limit supply
  - Publicise environmental issues
    - \* NGO (non-governmental organisation) awareness campaigns
    - \* Ecolabelling

### **Public Environmental Reporting**

From EMSs ⇒ Environmental reports

- National SOE (State of the Environment) report
- State (Län) SOE report
- Local Government SOE

## **Corporate Public Environmental Reporting**

E.g. Sydney water, ESD indicators include:

- Water used/person/day
- Dry weather overflows
- Proportion of biosolids recycled
- Energy used/L delivered

## **Ecological Footprint Analysis**

”The area of productive land, wherever located on Earth, that is needed to sustain the consumption of a population indefinitely” (E.g. Sydney Water’s ecological footprint).

- Energy land
- Bio-productive sea
- Bio-productive land
- Built land
- Habitat land

## **Materials Flux Analysis**

A material balance for an element in the anthroposphere in a region.

- Material Flows within a region
- Accumulation of elements (sinks)
- Identification of future problems (e.g. leaching from landfill)

MFA calculations:

- Choice of an element
- Definition of a region
- Selection of significant goods and processes
- Material balance for significant goods and processes

## **Miljömålen**

### **Några miljömål**

- Begränsad klimatpåverkan
- Giftfri miljö
- Skyddande ozonskikt
- Levande skogar
- Ett rikt växt- och djurliv

### **Utvärdering av mål**

- **Ja:** Nås med dagens beslutade styrmedel före 2020
- **Nära:** Ytterligare styrmedel planerat före 2020
- **Nej** Omöjligt att nå med dagens planerade styrmedel

### **1- Begränsad klimatpåverkan**

Från 1990 till 2005 ökade globala utsläppen av växthusgaser med 25% och ökningen bedöms fortsätta kommande 20-30 åren. För att nå målet måste globala utsläppen minska inom 10-15 år, halveras till år 2050 och vara nära noll i slutet av seklet.

### **4- Giftfri miljö**

Den diffusa spridningen av farliga ämnen från varor och processer. Möjligheten att ta hand om förorenade områden med akuta risker har ökat.

#### **Några delmål**

- Information om farliga ämnen i varor :(
- Om kadmium :(
- Efterbehandling av förorenade områden :!
- Riktvärden för miljö kvalitet :)



## **16- Ett rikt växt och djurliv**

Förlusten av biologisk mångfald, både arter och ekosystem fortsätter trots åtgärder. Fler vanliga arter minskar, tex. fåglar i jordbrukslandskapet. Läget för hotade arter har försämrats. Nyttjandet av många biologiska resurser är inte hållbart.

### **Några delmål**

- Hejdad förlust av biologisk mångfald :(
- Hållbart nyttjande :(
- Minskad andel hotade arter :|

### **Åtgärdsstrategi för att nå miljömålen**

- Effektivare energianvändningen och transporter
- Giftfria och resurssnåla kretslopp
- Hushållning med mark, vatten och bebyggd miljö

### **Strategi för Giftfria och resurssnåla kretslopp**

- Genomför och utveckla regelsystemet (Lagstiftning/förebyggande kemikaliekontroll)
- Anpassa insatser där det krävs internationella lösningar (Internationellt arbete/Frågan om medel till en politisk nivå)
- Förstärk åtgärder för en förändrad produktion och konsumtion (Hållbar utveckling/målsättnings-åtgärdsprogram-redovisningen på webben/miljökrav på inköpsvaror/information om farliga ämnen i varor)
- Minska miljöpåverkan i livsmedels-, bygg-, och anläggningsindustrier (Miljöanpassa kostråden/Utöka miljöbalkens regler)
- Utveckla myndighetsrollerna
- Förstärkt kunskapsuppbyggnad och forskning

## Föreläsning 2

### ChemSec (International Chemical Secretariat)

Grundat 2003 av SNF, WWF, Fältbiologerna och Jordens Vänner. Driver samarbete mellan företag (Konferenser), NGO:er (SIN och EDC) och Myndigheter (EDC). Även med EU: Seminarium, Skriver rapporter, lobbymöten med politiska grupper etc.



### Mål

- Pådriva lagstiftning och och frivilliga åtgärder för att uppnå Giftfri Miljö
- Bevaka, påverka och informera om utvecklingen av EU:s och annan internationell kemikaliepolitik samt bevaka EU:s agerande i globala sammanhang.
- Skapa allianser för progressiv lagstiftning främst bland företagsaktörer

### Substitution

- Ersätta farliga kemikalier med bättre alternativ
- Utarbeta en metodik för substitution
- Sprida information genom en portal (SUBSPORT)
- Träning för företag och organisationer

## Hormonstörande ämnen (EDC)

- EU diskuterar fram definition av EDCer
- ChemSec stärker kriterierna
- Bidrar med bakgrundsdata om enskilda ämnen
- Lobbymöten med medlemsländer och EU-kommissionen

## Företag

- Vill tjäna pengar
- Vill slippa skandaler
- Vill ha ett bra miljöryckte - goodwill
- Jobbar ofta i lugn och ro

Internt i företagen: Att få professionella användare av kemikalier att använda metoder som systematiskt minskar deras behov av giftiga kemikalier.

Externt i företagen: Förmå företag att med egna resurser aktivt driva på debatten om förbättrad kemikaliehantering samt Påverka globala företag att bli förespråkare av stärkt kemikalielagstiftning

## Investerare

- SRI (Socially Responsible Investment: Investerare vill ligga steget före
- Kriteriekatalog: Hur man utvärderar kemikalieproducenter

## Development



## **REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals)**

Nothing in REACH is satisfactory ("but they are getting there").

### **Registration**

Register all substances produced in EU:

- > 1 tonne/year
- $\approx$  100.000 substances

Hazardous substances in articles also if not already registered.

Producer obligations: Deliver info about the properties, High production volumes = More info. Available data accepted.

### **Evaluation**

- Compliance check of >5% of dossiers
- Substance evaluation: Additional data may be requested.
- For substitutions >100 tonne/year: Evaluation of test proposals for selected substances

### **Restriction and Authorisation**

#### **Restrictions:**

- Restrictions can be placed upon any substances or any use of a substance
- Authorities must prove the risk

#### **Authorisation:**

- Applies only to SVHCs
- Only for use of chemicals not articles
- Automatically banned companies apply for specific use permits

## **SVHC (Substances of Very High Concern)**

- Carcinogenic
- Mutagenic
- Toxic to reproduction
- Persistent, Bioaccumulative and Toxic (PBT)
- Very Persistent and very Bioaccumulative (vPvB)
- Endocrine disrupters
- "Substances of equivalent concern"

### **Identification of SVHs:**

Fulfil criteria as SVHC according to article 57 → Candidate list → Annex XIV -  
Authorisation

## **SIN List (Substitute It Now)**

### **AIM:**

- Fast-track the most urgent SVHCs for substitution
- Influence the official Candidate List
  - Prepare basic information on substances
- Help companies with substitution
  - Companies wanting to be ahead on phasing out SVHCs
  - Companies wanting to prepare for Authorisation: List gives indication of final Authorisation substances
- Used by NGOs for specific campaigns

### **Content:**

- Classified CMRs (class 1 & 2)
  - Listed in EU regulation
- Classified PBTs/vPvBs
  - Concluded by EU expert group
- Equivalent concern such as EDCs
  - Assessed by toxicologists

# Föreläsning 3

## Hållbar utveckling

### Utmanande situationer och trender

- Ökande befolkning och urbanisering i u-världen
- Ekonomisk utveckling. Ökande klyftor mellan rikaste och fattigaste
- Ökande konsumtion
- Ökande energibehov
- HIV och Malaria
- Hög barndödlighet
- Brist på rent vatten och sanitet

### Politiskt ställningstagande

- Beroenden (människa-natur, människa-människa, etc) = rättvisa och respekt
- Delaktighet i beslutsfattande, demokrati

### Dimensioner och krav för hållbar utveckling

Ekonomisk Tillväxt-Social Rättvisa-Bevarande av naturresurser

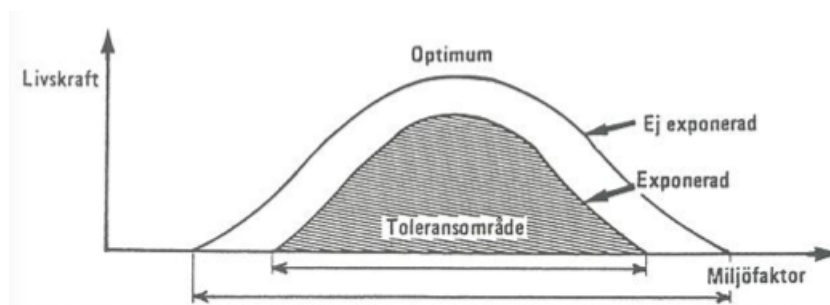
- Systemförståelse
- Kommunikation över gränser
- Förhandling mellan olika intressen
- Förståelse för dynamik
- Globala och lokala hänsyn

## Kemikalier

- Uppskattningsvis har det framställts totalt omkring 10 miljoner olika kemikalier i världen.
- Varje år tas ca 300000 nya kemiska ämnen fram. De flesta finns inte naturligt i biosfären.
- Av kemikalier som används varje dag är det bara ca 25% som man har testat för toxicitet och ca 2% som har blivit fullständigt utvärderade.
- Ca 2% av de nya kemiska ämnen som blir tillgängliga varje år anses så farliga att de kallas toxiska

## Kemikalie-farlighetsfaktorer

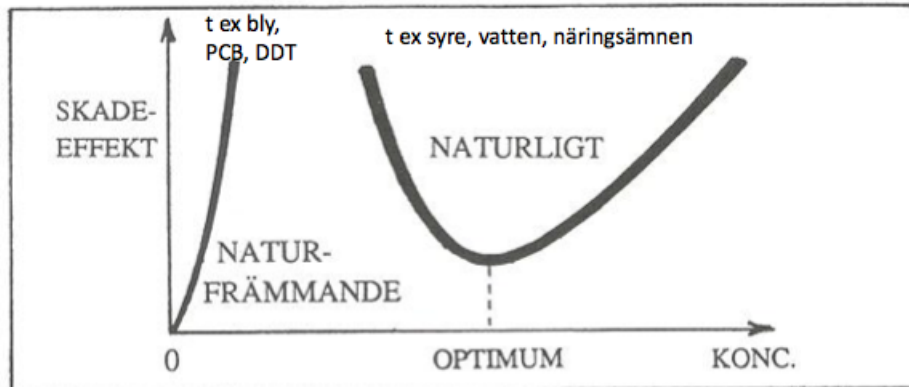
- Dosen
- Hur ofta man exponeras
- Utvecklingsnivån
- I vilken form avgiftningssystemet är
- Den genetiska uppsättningen



## Toxicitets-bedömning

- Epidemiologiska studier
- Olyckor och katastrofer
- Yrkesmässig exponering
- Djurförsök

- Ämnets struktur



### Toxicitets-faktorer

- Vatten- eller fettlöslig
- Reaktiv eller persistent  
**Fettlöslig och persistent → Bioackumulering och biomagnifikation**
- kemiska interaktioner, synergieffekter
- flyktighet  
**Flyktig och persistent → Långväga transport**

### Vattenlöslig/Fettlöslig

- Vattenlöslig (Hydrofil): Innehåller syre eller kväve som ger polära egenskaper vilket gör att molekylen rör sig lätt i den abiotiska miljön.
- Fettlöslig (lipofil): Organiska ämnen, kan ta sig in i fettinnehållande vävnader och i cellerna, flyttar sig långsamt.

$K_{ow}$

Fördelningskoefficienten mellan oktanol och vatten. Ett mått på ämnets tendens att upptas av organismer. Om  $\log K_{ow} > 5$  innebär det att molekylen är relativt fettlöslig ( $> 10^5$  gånger högre halter i oktanol).



### **Reaktiv/Persistent**

- Reaktiv: Hög reaktionsbenägenhet, akuta effekter
- Persistent: Stort motstånd mot nedbrytning, reaktionströg

Vid flera månaders halveringstid:

- Kommer att finnas i miljön under lång tid
- Möjlighet till spridning
- Möjlighet till ackumulering
- Långa exponeringstider

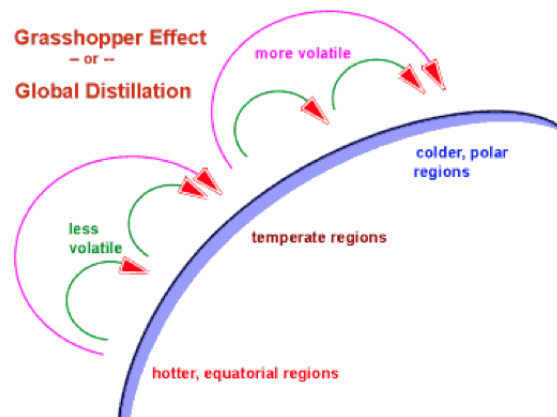
Fettlösliga och persistenta ämnen ansamlas i organ och vävnader.

### **Kemiska interaktioner**

- Antagonistisk: Motverkande ( $1+1=1$ )
- Additiv Effekten kan summeras ( $1+1=2$ )
- Synergistisk: Effekten förstärks ( $1+1=3$ ) (tex. ozon och svaveldioxid)

### **Flyktighet**

- Hög flyktighet = Avges lätt till luft
- Låg flyktighet = Stannar helst nära utsläppskällan
- Ångtryck [Pa]
- Långväga transport: Hög eller halvhög flyktighet och lång livslängd (Ångtryck  $>1000$  Pa och HT  $> 2$  dagar i atmosfären)
- Gräshoppsseffekten, som beror av jordens vindsystem, förflyttar dessa kemikalier mot polerna



## Hormonstörande ämnen

Kroppens kemiska budbärare är hormoner, utsöndras av körtlarna under styrning av hypofysen (Endokrina systemet). Hormonstörande ämnen kan störa eller avbryta:

- Tillväxt
- Utveckling
- Inläring
- Beteende

Tre typer:

- Normala hormoner aktiverar receptorn på rätt sätt
- Hormonblockerare stör signalen från kroppens hormoner
- Hormonimiterande ger en signal som är starkare eller svagare än kroppens eget hormon

## POPs (Persistent Organic Pollutants)

- Syntetiska
- Hög toxicitet
- Persistenta och lipofila, biomagnifikation
- Färdas långt

- Hormonstörande
- Exempel: PCB och DDT, Aldrin, Toxafen

## **DDT**

Började på 60 talen. Har inte så hög akuttoxicitet hos människor därför används för tyfus och malaria. DDT anrikas sig i närings kedjan: Plankton-Små fiskar-Större fiskar-Örnar och pilgrimsfalkar. DDT störde kalciummetabolismen och de reproducerade sig inte. Förbud i slutet av 1970:s.

## **Strategier för kemikalier**

- Sverige: Giftfri Miljö
- EU: REACH
- Regionalt/globalt: Konventioner
- Generella strategier/principer

## **Reach**

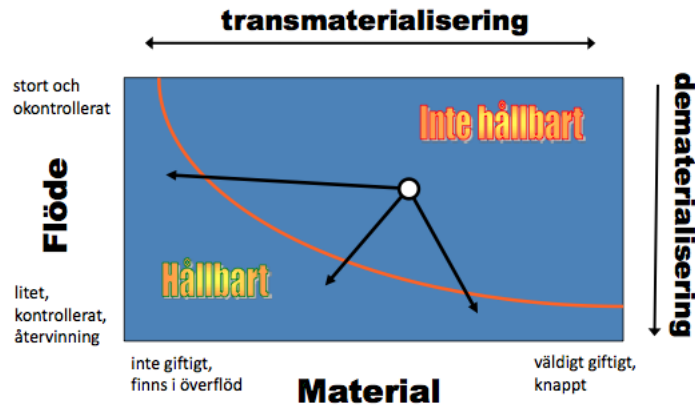
Principer:

- Substitutionsprincipen
- Försiktighetsprincipen
- Ansvar

## **Bör undvikas**

- Koncentrationsökning av ämnen från jordskorpan
- Koncentrationsökning av ämnen från människans produktion
- Att biologisk produktivitet förstörs fysiskt
- Att inte mänskliga behov tillgodoses överallt

## Dematerialisering och Transmaterialisering



## Grön Kemi

Det som eftersträvas är en miljöanpassning av kemiska produkter och processer, 1998. Några principer:

- Metoder för syntes av kemiska produkter ska utformas så att ämnen som används eller bildas är så ofarliga för människa och miljö som är praktiskt möjligt
- Kemiska produkter ska utformas så att önskad funktion/prestanda maximeras medan toxicitet minimeras
- Förnybara råvaror ska användas när det är tekniskt och ekonomiskt möjligt
- Kemiska produkter ska designas så att de efter användningen är nedbrytbara och inte ger upphov till skadliga nedbrytbara produkter

# Föreläsning 4

## Ekologi

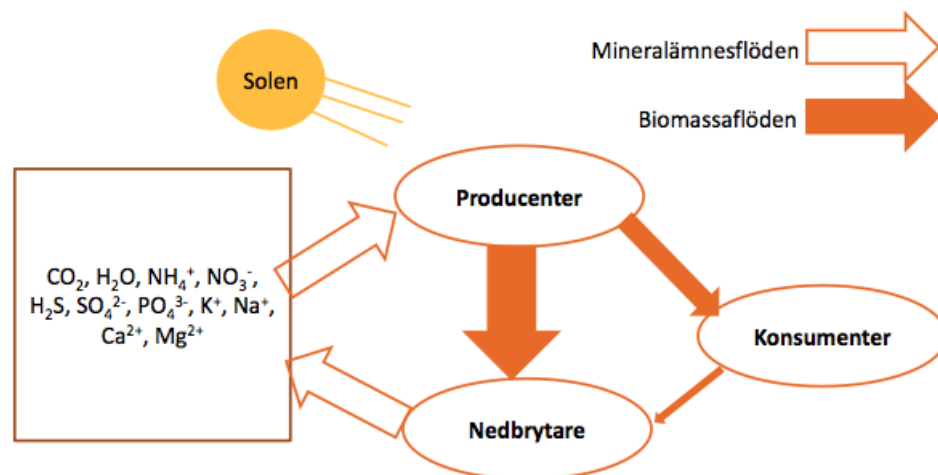
### Ekologiska nivåer

- Biosphere: Global processes
- Ecosystem: Energy flux and cycling
- Community: Interactions among populations
- Population: Population dynamics, the unit of evolution
- Organism: Survival and reproduction, the unit natural selection

### Biotop

- Område med vissa växt eller djursamhällen.
- Mer lokal skala, mer uniforma
- Småskaligt ekosystem
- Exempel: Äng, Lövskog, Insjö etc.

### Organismgrupper och mineralämnescirkulation



## **Näringsväv**

En näringsväv är ofta en mix av två sorters system:

- Nedifrånstyrda system: Antalet växtätare regleras av täthetsberoende faktorer
- Uppifrånstyrda system: Antalet växtätare regleras av predationstryck

## **Adaption/Anpassning**

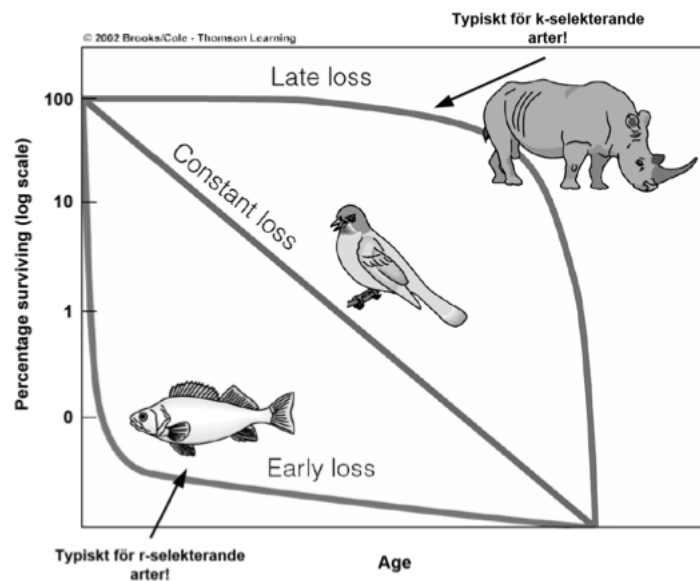
- Resultat av naturlig selektion av egenskaper som ökar fitness
- Respons på ändring i miljön (ljus, temperatur etc.)
- Ärftlig
- Irreversibel
- Varje art har ett aktivitetsrum som definieras av dess miljö

## **Fenotypisk plasticitet**

- Reversibel
- Ger en organism förmåga att anpassa sig till en varierande miljö

## **Livsbana**

- Hur snabbt det växer
- När blir det vuxet
- Hur ofta det reproduceras
- Hur många avkommor fås
- Hur länge ska det leva



### r-selekterande livsbana

- Snabb reproduktion
- Kort generationstid
- Tidig maturitet
- Liten storlek

### K-selekterande livsbana

- Långsam reproduktion
- Lång generationstid
- Sen maturitet
- Stor storlek

### Ekosystemtjänster

- Stödjande: Jordmånsbildning, cirkulation av näringsämnen, primärproduktion
- Tillgodoseende: Färskvatten, mat, fibrer, bränsle, syre

- Reglerande: Reglering av klimat, vattenrening, sjukdomar, skydd mot naturkatastrofer
- Kulturella: Estetik, andlighet, utbildning, inspiration

### **Beståndsdelar i välfärd**

- Säkerhet
- Basmaterial för ett bra liv
- Hälsa
- Bra sociala relationer
- Tryck- och yttrandefrihet

### **Biodiversitet/Biologisk mångfald**

- Gener: Variationsrikedom bland individer eller populationer inom en art
- Arter: Variationsrikedom av arter inom ett ekosystem
- Ekosystem: Mångfald av ekosystem inom ett område
- Samhällen
- Molekyler

Hög biodiversitet stärker ekosystemtjänsterna

### **Millennium Ecosystem Assessment (MEA)**

FN-initierad rapport från 2005, sammanställd av över 1000 forskare, som satte fokus på ekosystemtjänster. Analys av hur jordens ekosystem mår och olika alternativ för att förbättra situationen. Slutsatserna var att av 24 mätta ekosystem under senaste 50 åren har 5 förbättrats, 14 försämrats och 5 i ett stabilt tillstånd.



# **Föreläsning 5**

## **Ekosystem**

### **Huvudorsaker för minskad biologisk mångfald (Enligt MEA)**

Direkta orsaker:

- Habitatförändringar
- Klimatförändringar
- Inkräktande arter
- Överexploatering
- Utsläpp

Indirekta orsaker:

- Demografi
- Ekonomi
- Sociopolitik
- Kultur/Religion
- Vetenskap och teknik

### **Habitatförändringar**

- Transformation till jordbruksmark
- Avskogning
- Dammar och konstbevattning
- Trålning
- Indirekt pga klimatförändringar

### **Utsläpp av N**

- Från jordbruk (ex. konstgödsel) och från förbränning av fossila bränslen
- 120 miljoner ton omvandlas till reaktiva former
- Kvävecykeln är förändrad:
  - Förorening av vattendrag och marker (övergödning och försurning)
  - Utsläpp till luft (växthuseffekt, marknära ozon samt nedbrytning av ozonlagret)

### **Utsläpp av P**

- Från jordbruket
- Människan tar upp 20 miljoner ton varje år
- Fosforflöde till havet orsakat "anoxic events":
  - Havet blivit helt syrefritt
  - Massutrotning av marint liv
  - Mindre än 20% av bakgrundsflödet var tillräckligt för "anoxic events"
- Fosforcykeln är förändrad:
  - Förorenar vattendrag och marker (övergödning)
  - "Peak fosfor"

### **Vektorer för inkräktande arter**

- Naturligt: Av andra arter, vind, vatten
- Av människan, med flit: Biokontroll, estetik, afrikanska klogrodan
- Av människan, av misstag

### **Konsekvenser av invaderande arter**

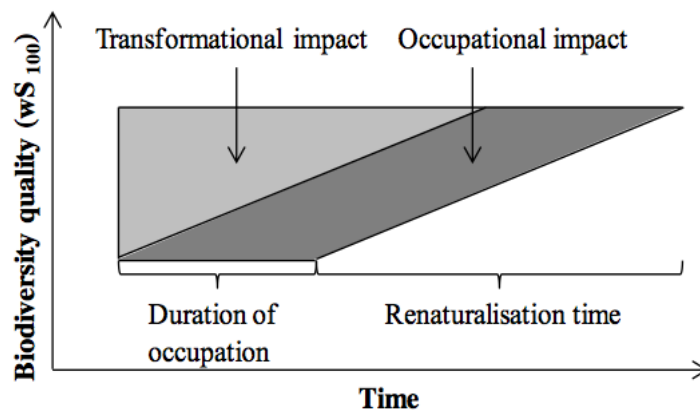
- De flesta lyckas inte, men en del hittar en plats i näringsväven
- "The homogenization of the world" leder till reducerad betadiversitet, mindre unika ekosystem
- Det kostar mycket (138 miljarder USD/år i USA)

## Mätmetoder

- Sveriges miljömål
- MEA
- Planetära gränser
- LCA

## Ny metod med kärlväxter

- $wS_{100}/m^2$  för ”transformational impact”
- $wS_{100}/m^2yr$  för ”occupational impact”



## Miljökonsekvensbeskrivning (MKB)

För att få helhetssyn över miljöpåverkan av verksamhet/projekt. MKB ska enligt svensk lag genomföras för alla verksamhet/projekt.

MKB ska innehålla:

- Beskrivning av projektet
- Miljöförutsättningar för genomförandet
- Miljökonsekvenser vid genomförandet
- Möjlighet att minska miljöeffekter
- Oundvikliga miljöeffekter

### **Exempel på åtgärder**

- Forskning och utveckling
- Utbildning
- Lagstiftning

### **Teknikutveckling**

- Energiteknik
- Jordbruksteknik
- Skogsbruksteknik
- Effektivare produktion
- IT-system

### **Naturreservat**

Problem:

- Inavel pga fragmentering
- Efterlevs inte alltid
- Skyddar inte mot miljöförstöring
- Skyddar inte övrig mark

### **Bättre naturbruk**

Frivilliga certifieringar och märkningar, åtgärder:

- Krav på gödsel
- Bekämpningsmedel och djurhållning
- äldre träd sparas
- återplantering

### **Argument för certifiering**

- Bättre än alternativen, bra att använda marknadsmekanismer
- Barnsjukdomar
- Undantag
- Inga fel begicks, det mesta skyddas

### **Sätt att jobba för att minska människans påverkan på ekosystem**

- Lokalt/Globalt
- Reservat/Bättre naturbruk
- Reglering/Marknadsmekaniskmer
- Proaktivt/Retroaktivt

## **Föreläsning 6**

### **Riskbedömning**

Risk = Sannolikhet \* konsekvens. Human health risk and environmental risk

### **Rumsfeld's epistemology**

- Known knowns: We know the sources and effects of phosphate
- Known unknowns: Endocrine disrupting compounds
- Unknown unknowns: Tomorrow's wonderful chemicals

### **Intent of application**

- Setting standards
  - Food
  - Water quality
- Assessing projects
  - Contaminated land remediation
  - Recycled water plants

### **Miljöriskbedömning**

Risk assessment helps us to make decisions when we are uncertain about future events. Environmental risk assessments evaluate risks to species, natural communities and ecosystem processes.

### **Generic Process**

- Issue Identification
- Hazard identification (Environmental, biological and active health monitoring)
- Dose response
- Exposure assessment
- Risk characterisation
- Risk management

### **Dose response**

- LD50: Lethal dose 50 - concentration which causes 50% death
- NOEL: No observed effect level - concentration which showed no effect
- Threshold: Max dose which showed no effects
- Probability (P) of infection (QMRA)
- Literature review

DALY = Disability Affected Life Years = years of life lost + years of life disabled

### **Key data**

- Type of exposure
- Water source
- Dilution factor
- Fraction of people exposed
- Average volume
- Households with the relevant service
- Average exposure frequency = 30 days/year  
Average household size = 3 people

### **Qualitative risk characterisation**

- Risk = Likelihood x Consequence
- Determine for different exposure pathways, scenarios, hazardous events etc.
- Example: Washing aircraft with chemicals = Contact with workers eyes and time-out consequences. Solution = Using protective equipment = Consequences unchanged but likelihood is rare

## Risk management

- Cost/Benefit analysis - Risk reduction - Monitoring and review
- Multiple barrier risk management approach: Example Water supply:  
Reservoir - SS removal - Pre-chlorination - Filtration - Chlorine disinfection  
- UV disinfection - Distribution network - Booster chlorination - Consumer

## Hygieniska gränsvärden

Högsta godtagbara genomsnittshalt av en luftförorening i inandningsluften:

- Nivå gränsvärde: För exponering under en arbetsdag.
- Takgränsvärde: För exponering under en referensperiod av 15 minuter.
- Korttidsvärde: Rekommenderat tidsvägt medelvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter.

### Nivågränsvärde

Referensperioden är normalt åtta timmar. Vid delprovstagning får man tidsvägda medelvärdet:

$$C_m = \frac{C_1t_1 + \dots + C_nt_n}{t_1 + \dots + t_n}$$

Där  $C_n$  är uppmätta halten för varje deltidsprov och  $t_n$  är provtagningstiden.

### Takgränsvärde

Används för snabbverkande eller på annat sätt speciellt farliga ämnen, tex. ämnen som redan under en kortvarigt förhöjd exponering kan ha skadlig verkan. Mätperioden är 15 minuter. Undantag för ammoniak och isocyanater som har mätperioden 5 minuter.

### Korttidsvärde

För vissa ämnen som inte har takgränsvärden finns det korttidsvärden. Det är viktigt att ta hänsyn till kortvariga höga exponeringar i den totala exponeringen.

### Användningsområden för gränsvärden

Hygieniska gränsvärden används vid bedömning av luftens kvalitet på arbetsplatser. De kan vidare användas som underlag för planering, tex. vid val av arbetsmetod och dimensionering av ventilationsanläggningar.



## EG-gränsvärden och svenska hygieniska gränsvärden

- Det finns två typer av gränsvärden, bindande (tvingande) och vägledande (indikativa).
- För ämnen vars gränsvärden fastställs med stöd av carcinogendirektivet är gränsvärdena bindande.
- Gränsvärde som fastställs med stöd av direktivet om kemiska ämnen kan vara antingen bindande eller vägledande.

## Samverkande effekter

- En samverkan som ger additiv effekt får man om luftföroreningarnas verkan är likartad. Då bedöms den totala effekten vara lika med summan av effekterna av de enskilda ämnena.
- Exempel på en additiv effekt är de organiska lösningsmedlens allmänna påverkan på centrala nervsystemet, narkotisk, rusgivande eller bedövande effekt.
- För att bedöma riskerna vid exponering för en blandning av ämnen med likartade och additiva effekter, bildar man kvoten mellan uppmätt genomsnittshalt av varje ämne och dess hygieniska gränsvärde. Summan av dessa kvoter utgör den sammanlagda hygieniska effekten HE.

$$HE = \frac{C_1}{G_1} + \frac{C_2}{G_2} + \dots + \frac{C_n}{G_n} \leq 1$$

Där  $C_n$  är uppmätta halter och  $G_n$  är gränsvärden.

## Lång arbetsdag

Schablonmetod innebär att gränsvärdet reduceras proportionellt genom att man multiplicerar med en faktor  $8/X$  där  $X$  är arbetstidens längd. I exemplet med 12 timmar skall man multiplicera gränsvärdet med  $8/12$ .

## Cancerframkallande ämnen

Kemiskt betingad cancer karakteriseras av att latenstiden, dvs tiden från den första exponeringen till dess att cancersjukdom kan påvisas, ofta är lång, 10-30 år. Tiden varierar med hänsyn till ämne, exponeringsnivå och individuella förutsättningar.

## Sensibiliserande ämnen

Sensibilisering kan leda till överkänslighetsbesvär som i regel drabbar huden eller andningsorganen. Skillnaden mellan individer kan vara stor när det gäller risk för sensibilisering.

## Omräkningsformel

Gäller vid 20°C och 101.3 kPa:

$$\text{Halt (mg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Molmassa (g/mol)}}{24.1(\text{l/mol})} \times \text{Halt (ppm)}$$

## Bokstävernas betydelse

- H - Kan lätt upptas genom huden
- C - Cancerframkallande
- S - Sensibiliserande
- R - Reproduktionsstörande
- Medicinsk kontroll krävs för hantering av ämnet

CAS-nummer är ämnets identifikationsnummer enligt Chemical Abstract Service

## Märkning av kemikalier

Tidigare nationella regler: Kemikalieinspektionens Föreskrifter (KIFS) - ersätts av europeiska regler - Klassificering, märkning och förpackning (CLP), exempel:

20 januari 2009		1 december 2010		1 juni 2015
KIFS	CLP (frivilligt)	KIFS	CLP	CLP
				

## Uncertainty

- Uncertainty = Lack of knowledge
- Variability = (e.g.) Known exposure range in a population

Examples of uncertainty:

- Concentrations in exposure compartments
- Hazardous events and scenarios
- Acceptable frequencies
- Population sensitivity
- Environmental processes
- Dose response
  - Absent in literature
  - Extrapolation from other species
  - Acute effects vs. chronic effects

### **Totala osäkerheten (OU)**

$$OU = \frac{|x - x_{ref}| + 2s}{x_{ref}} \times 100\%$$

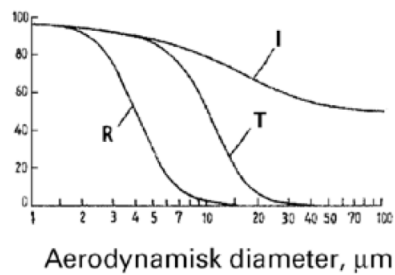
där  $x$  är medelvärdet av  $n$  stycken upprepade mätningar  
 $x_{ref}$  är det sanna eller accepterade värdet på koncentrationen  
 $s$  är standard avvikelsen.

OU bör högst vara lika med:

- 50 % när mätvärdena ligger i intervallet 0.1-0.5 gånger nivågränsvärdet
- 30 % när mätvärdena ligger i intervallet 0.5-2 gånger nivågränsvärdet

### **Dammdefinitioner**

- Inhalerbart
- Respirabelt
- Totaldamm



Inhalerbart (I), Torakalt (T) och Respirabelt (R).

## Mätningar

### Exponeringsmätning

Har till syfte att kartlägga arbetstagarens exponering, dvs. vilka halter av luftföroreningar denne inandas

### Emissionsmätning

Kan göras för att fastställa uppkomst och flöde av olika luftföroreningar tex. från en viss maskin eller vid ett visst arbetsmoment.

### Areamätning

Ibland även kallad immissionsmätning, innebär att man mäter i en eller flera punkter i en arbetslokal. Ger uppfattning om föroreningarnas spridning i lokalen.

### Genomförandet av mätningar

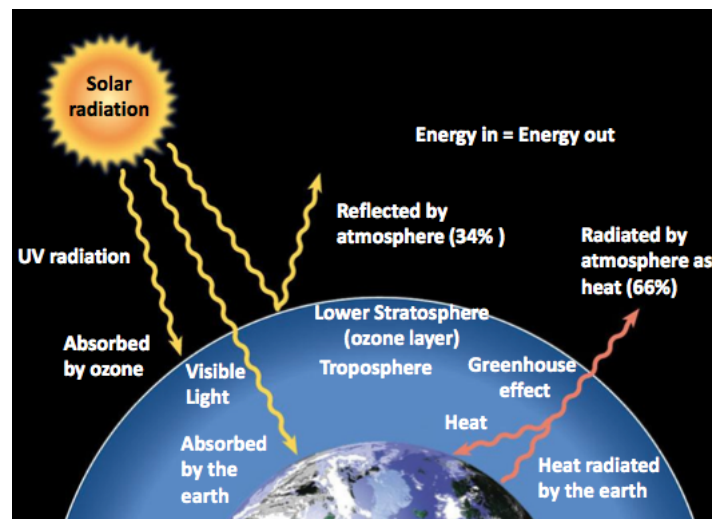
Vilken mätteknik som väljs styrs bl.a. av tillgängliga instrument. Mätningen kan antingen utföras med provinsamlade instrument som filter för damm eller fibrer, gastvättflaska, adsorptionsrör för pumpad provtagning eller diffusionsprovtagare, dosimeter etc.

## Föreläsning 7

### Globala miljöeffekter

- Utsläppens lokalisering spelar ingen roll
- Effekterna påverkar hela jorden men inte nödvändigtvis på samma sätt överallt
- kräver global samverkan
- Följande problem uppstår: Växthuseffektens ökning och ozonskiktets nedbrytning

### Växthuseffekten



Medeltemperaturen under de senaste 10000 åren är 15°. De största anledningarna till växthuseffekten är koldioxid, dikväveoxid, metan och populationen.

### Svenskarnas utsläpp av växthusgaser

- Mat och dryck 24%
- Transport 32%
- Bostad 16%
- Rekreation 20%

### **Ökning av global medeltemperatur**

- Ökning av havsnivån pga vattnets expansion (delvis avsmältning av isar)
- Stormar (översvämningar)
- Torka/nederbörd
- Förskjutna klimatzoner

### **Lösningar för energisystemet**

- Använd mindre energi
  - Livsstilsförändring
  - Energieffektivisering
- Använd annan energi
  - Fån kol till naturgas
  - Förnybara energikällor
  - Kärnkraft
- Koldioxidfångning och lagring (från fossila bränslen och biomassa)

### **Havs försurning**

Koldioxid löser sig i haven och sänker pH. Störst problem i kalla vatten samt problem för marina organismer med kalkskelett.

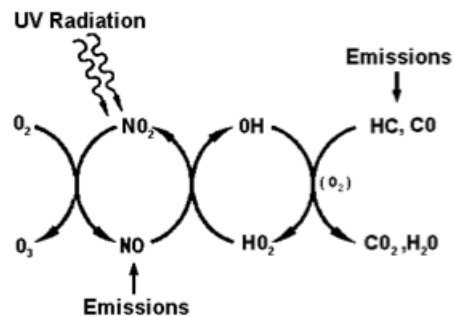
### **Ozonnedbrytningen i stratosfären**

Ozon skyddar från UV strålning.

### **Ozon i troposfären**

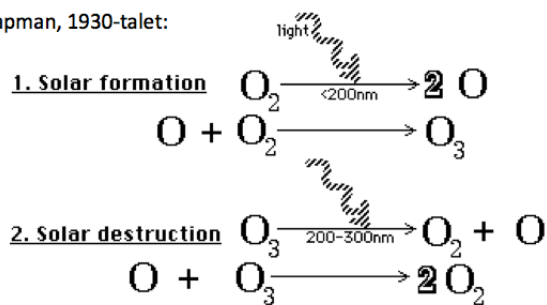
- Förutsätter solljus, NO<sub>x</sub> samt HC/CO (dvs sol och mycket trafik)
- Det finns även andra fotokemiska oxidanter som bildas i samma sammanhang (del av "smog")
- Detta skadar växter och påverkar våra luftrör
- Det finns inget utbyte av ozon mellan troposfären och stratosfären

- Problemet är lokalt

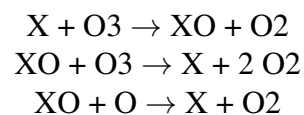


## Ozon i stratosfären

Chapman, 1930-talet:



## Katalyserad ozonnedbrytning



- Cyklisk
- X kan vara
  - NO från flygplan
  - N<sub>2</sub>O från biologiska processer
  - OH från H<sub>2</sub>O
  - Cl från freoner
  - Br från haloner

Ett friskt ozonskikt mäts i Dobson-enheter: 300 = 3 mm ozon vid STP.

### **Heterogen ozonnedbrytning**

- Vid vinterns mörker och extrema kyla i stratosfären över Antarktis bildas ispartiklar ( $\text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3$ )
- Ytan katalyserar nedbrytningen av CFC till  $\text{Cl}_2$
- När solen återvänder i sept/okt bryts  $\text{Cl}_2$  ner till  $\text{Cl}$  som effektivt bryter ner ozon

### **Effekter av ökad UVB-strålning**

- Ögonskador: Snöblindhet och grå starr
- Hudskador: Solbränna, påskyndad åldring
- Nedsättning av immunförsvaret
- Försämrade tillväxt av vissa arter och grödor, tex ärtväxter och blågröna alger
- Skador på material

### **Ozonfrågan är lättare än koldioxidfrågan**

- Mer uppenbart/tydligt
- Koldioxidfrågan mer sammankopplad med energianvändning, ekonomisk utveckling och konsumtion
- Ersättningsämnen kunde hittas
- Krävde inte livsstilsförändring
- Finns inte samma inlåsningseffekter



## Föreläsning 8

### Quantitative dose-response curves

- ED = Effective dose
- LD = Lethal dose
- TD = Tolerance dose

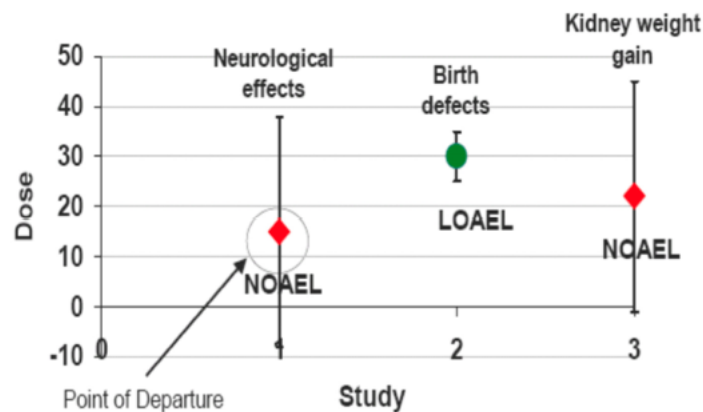
### Reference dose

Reference dose provides a safe level of exposure. Based on theory of existence of a dose where there is no effect (threshold). Implemented through: Reference doses (RfD) and Reference concentrations (RfC).

Lowest dose with:

- No observed adverse effect (NOAEL)
- Lowest observed adverse effect (LOAEL)

Use the lowest dose among available studies, identify the critical effect from the critical study.



### RfD

Uncertainty factors typically are a value of 10 or 3.

$$\begin{array}{c}
\text{RfD} = \frac{\text{NOAEL or LOAEL}}{\text{UF}_{\text{database incomplete}} * \text{UF}_{\text{subchronic to chronic}} * \text{UF}_{\text{LOAEL to NOAEL}} * \text{UF}_{\text{animal to human}} * \text{UF}_{\text{human variability}}} \\
\hline
\begin{array}{cc}
\left. \text{UF}_{\text{database incomplete}} * \text{UF}_{\text{subchronic to chronic}} * \text{UF}_{\text{LOAEL to NOAEL}} \right\} & \left. \text{UF}_{\text{animal to human}} * \text{UF}_{\text{human variability}} \right\} \\
\text{Mostly reflect incomplete database} & \text{Mostly reflect} \\
\text{and some adjustment} & \text{adjustment}
\end{array}
\end{array}$$

### Integrated Risk Information System (IRIS)

A human health assessment program that evaluates information on health effects that may result from exposure to environmental contaminants.

Uncertainty factor (UF) of 3000 reflects:

- 10 each for inter- and intraspecies variability
- 10 for the use of a subchronic study of chronic RfD derivation
- 3 for the lack of adequate data in a second species and reproductive/developmental data

### Cancer slope factors (CSF)

- CSF used to calculate probability of increased cancer incidence over a person's lifetime
- Excess lifetime cancer risk (ELCR)
- Expressed in inverse exposure units 1/(mg/kg/day)

Cancer risk assessments generally assume that there is no 'threshold level', thus no 'safe level' of exposure, NOAEL and LOAEL are meaningless for cancer and RfD not applicable.

### Risk Characterisation

Hazard quotient; Risk quotient; Risk characterisation ration

$$\text{HQ} = \frac{\text{Predicted Environmental Concentration (PEC)}}{\text{Predicted No Effect Concentration (PNEC)}}$$

If  $\text{PEC} > \text{PNEC}$  then  $\text{HQ} > 1 = \text{Risky!}$

## Mathematics

Ingestion exposure non-carcinogenic - water:

$$HQ = \frac{C \times EF \times ED \times IR}{RfD_o \times BW \times AT_n \times 365 \times 1000 \mu g/mg}$$

Ingestion exposure non-carcinogenic - water:

$$HQ = \frac{C \times EF \times CSF_o \times ED \times IR}{BW_c \times AT_x \times 365 \times 1000 \mu g/mg}$$

Inhalation exposure non-carcinogenic - air:

$$HQ = \frac{C \times EF \times ED \times IRA}{RfD_o \times BW \times AT_n \times 365 \times 1000 \mu g/mg}$$

Inhalation exposure non-carcinogenic - air:

$$HQ = \frac{C \times EF \times ED \times IRA \times CSF_i}{BW \times AT_c \times 365 \times 1000 \mu g/mg}$$

## Mixtures

- Agonistic chemicals
  - Bind to a receptor and activate it
  - Have an additive effect
- Antagonistic chemicals
  - Bind to a receptor and block it
  - Have a depreciating effect
- Synergistic: Greater than additive effect

## Direct toxicity testing

- Effects-based assessment
  - Whole organism (acute toxicity, reproductive toxicity)
  - Systemic (immunotoxicity, neurotoxicity)
  - Cellular level (cytotoxicity, carcinogenicity)
- In vivo (Whole animals, rats, mice, fish)

- In vitro (cells, Bacterial or Mammalian)

Examples:

- California (80s): Low level carcinogenicity found
- Singapore NEWater (00s): No treatment-related effects

### In vivo vs. In vitro

	In vivo	In vitro	Chemistry
Toxicological information ?	✓	~	✗
Online monitoring ?	✓	~	✓
Detect mixture interactions ?	✓	~	✗
Detect presence of "unknowns" ?	✓	✓	✗
Rapid ?	✗	✓	✓
Cost-effective ?	✗	✓	✗
High throughput ?	✗	✓	✓
Chemical identification ?	✗	~	✓

### Relevance of chemical properties

- Spridning och fördelning: Flyktighet, densitet, smältpunkt, vattenlöslighet
- Persistens i miljön: Hydrolyshastighet, fotolyshastighet, mikrobiologisk nedbrytning, adsorption
- Upptag hos organismer: Flyktighet, lipofilitet, molekylstorlek

### Characterisation by structural contributions

- Human exposure depends on environmental behaviour
- Environmental behaviour depends on chemical properties
- Chemical properties are important for product and process design
- Chemical properties depend on structure
- Data can be found in Poing, internet databases, scientific articles etc.

## Vad styr ämnens olika egenskaper

### Kokpunkten

Beror på krafterna mellan molekylerna: Van der Waalskrafter - Dipol-Dipolbindning  
- Vätebindning.

Uppskattning av kokpunkt:

$$T_b = 198.2 + \sum_i n_i g_i$$

### $K_{ow}$

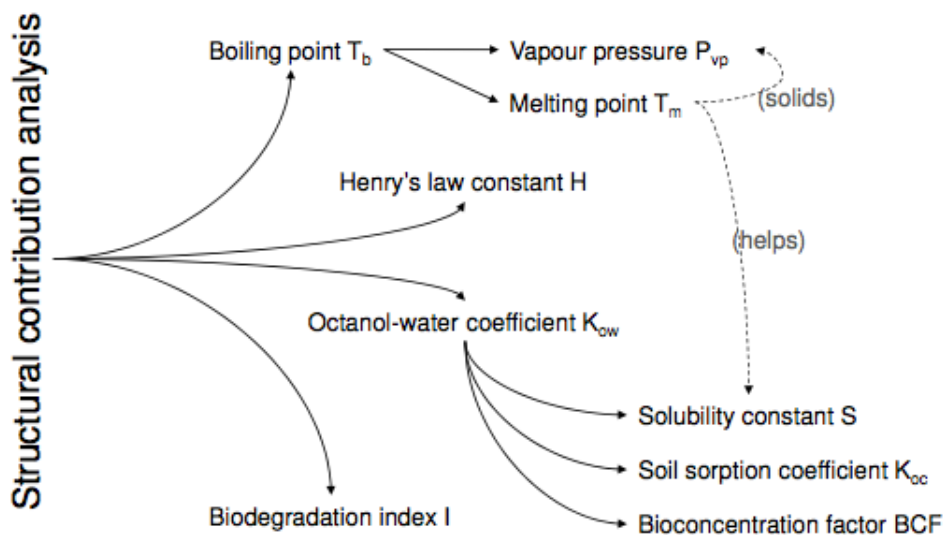
Beskriver hur ett ämne fördelar sig mellan vatten och hydrofoba faser  $K_{ow} = \frac{C_o}{C_w}$ .

$$\log K_{ow} = 0.2290 \sum n_i f_i \sum n_j c_j$$

Potential för bioackumulation

- Hög:  $8 > \log K_{ow} > 4.3$
- Måttlig:  $4.3 > \log K_{ow} > 3.5$
- Låg:  $3.5 > \log K_{ow}$

### Relation mellan egenskaper



# Föreläsning 9

## Transportmekanismer

Två effekt typer: Lokala (brännskador i ögat) eller Systematiska (cancer i levern).

Transportsystem:

- Genom kroppen
  - andning
  - mag-tarmkanalen
- Inom kroppen
  - blodsystemet
  - lymfsystemet

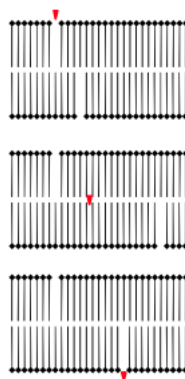
## Biologiska membran

De viktigaste barriärerna mot mfrämmande kemikalier. Kan passeras via:

- Diffusion
- Filtrering
- Aktiv transport/Underlättad diffusion
- Endocytos/Exocytos

## Diffusion

Diffusion genom ett membran:



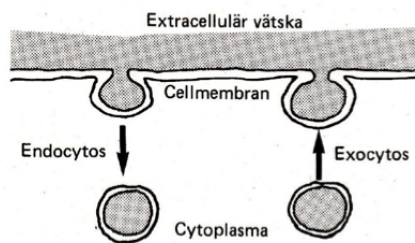
## Filtrering

Diffusion genom större porer

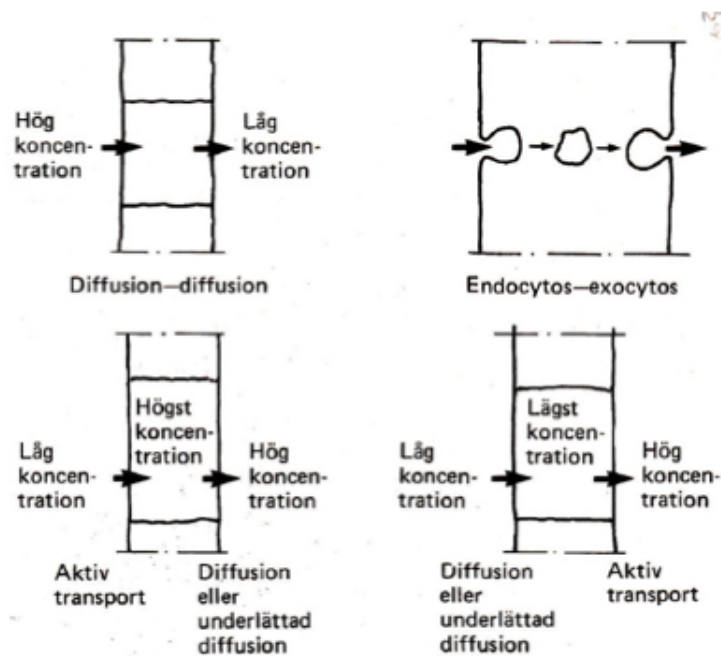
## Aktiv transport/Underlättad diffusion

- Specifika
- Kan mättas
- Ett ämne kan konkurreras ut

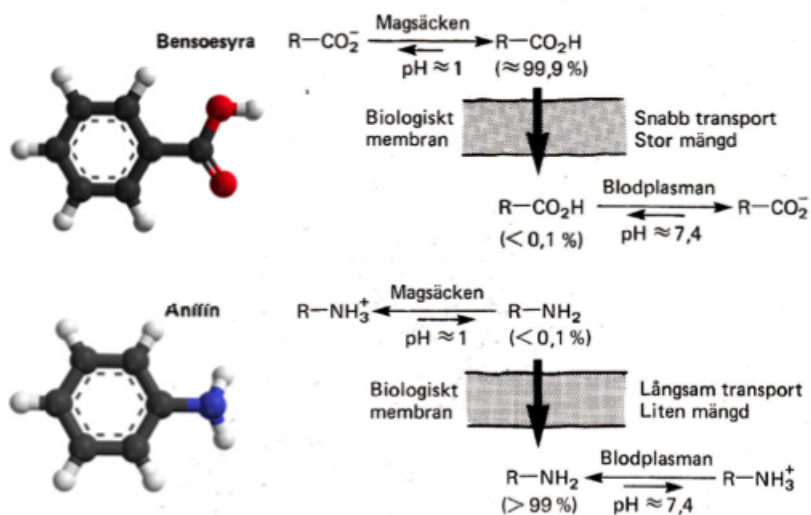
## Endocytos/Exocytos



## Transcellulär Transport



## pH-effekter



## Upptag via huden

- Förnyas var 14:e dag
- Cellväggarnas tjocklek x2
- Keratin fyllning
- Vatten (inte olja-) tät
- Hårsäckar, svettkörtlar och talgkörtel < 1% av ytan
- Genomkorsas av fina blodkärl
- Handskar ökar fuktighet och permeabilitet

## Upptag via mag-tarmkanalen

Matstrupe - Magsäck (pH=1) - Tunntarm (pH 5.3 pga bukspottkörtelns sekret) - Tjocktarm - Ändtarm

- 8 m lång 24-timmar
- Peristaltiska rörelser
- Tunntarmen: 200 m<sup>2</sup>



- Aktiv transportsystem
- Låg pH kan leda till att 2 aminer + nitrat reagerar = nitrosaminer

### **Upptag via lungorna**

- Alveolers yta 100 m<sup>2</sup>
- Avstånd till blodet några  $\mu\text{m}$
- Underlag för mass transport varierar
  - Inandningsluften
    - \* vila 5 L/min
    - \* fysiskt arbete 20 L/min
  - Cirkulationen till lungorna
    - \* vila 5 L/min
    - \* fysiskt arbete 10 L/min

### **Luftburna föroreningarnas egenskaper**

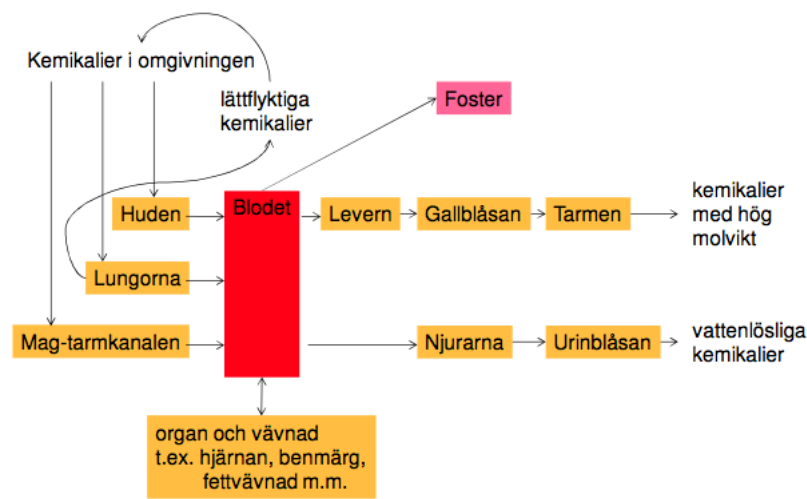
- Alla tre faser
- Inslag av intermolekylära krafter
  - Opolära vätskor avdunstar lättar
  - Vattenlösliga kemikalier fångas lättare av slemmet (tex NH<sub>3</sub>, HCL etc)
  - Snabba kemiska reaktioner aktiverar retningsreaktioner
- Höga koncentrationer
  - Djupare intrång i andningssystem
  - Lokala effekter

Vissa kemikalier reagerar med vätska (tex fosgen bildar saltsyra) = skadar cellmembranet → vätska läcker ut → lungödem

## Opolära kemikalier i lungorna

- Isocyanater, CL<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>
- Går djupare till bronkerna
  - färre nervreceptorer
  - tunnare slemlager
  - retningsreaktion: bronkerna dras samman → andningssvårigheter
- Djupast: alveolerna - inga nervreceptorer
- Fördelningsfaktorer, tex  $\frac{[Kemikalie]_{blod}}{[Kemikalie]_{luft}}$ 
  - Styren = 30 /item Metylchloroform = 4

## Fördelning



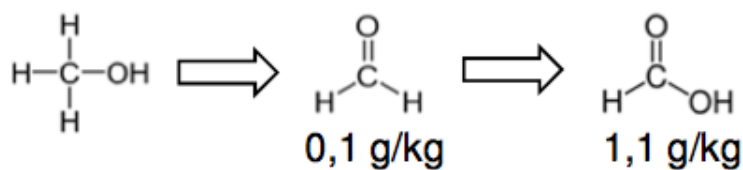
- Blodproteiner binder främst vattenlösliga kemikalier
  - Främst albumin
  - Påskyndar transport genom kroppen
  - Minskar transport genom membraner (fungerar som depå)
- Fettlösliga kemikalier anrikas i fettvävnad utan direkt skada (tex bröst)
- Ca-liknande kemikalier kan lagras i benvävnad (tex Sr, 90% av lagrat Pb)

## Fördelningsbarriärer

- Blodhjärnbarriären
  - Springorna mellan kapillärceller är mindre
  - Kapillärer klädda av bindväv
  - Mindre utvecklad hos nyfödda
- Placentabarriären
  - Barnets och mammans blod skiljas av flera cellager
  - Diffusion av för(o)eningar: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>
  - Aktiv transport av vissa för(o)eningar
  - Metabolisk aktivitet = Ökad vattenlöslighet och skydd mot teratogener

## Metabolism

Metanol är inte särskilt giftig, men metaboliterna:



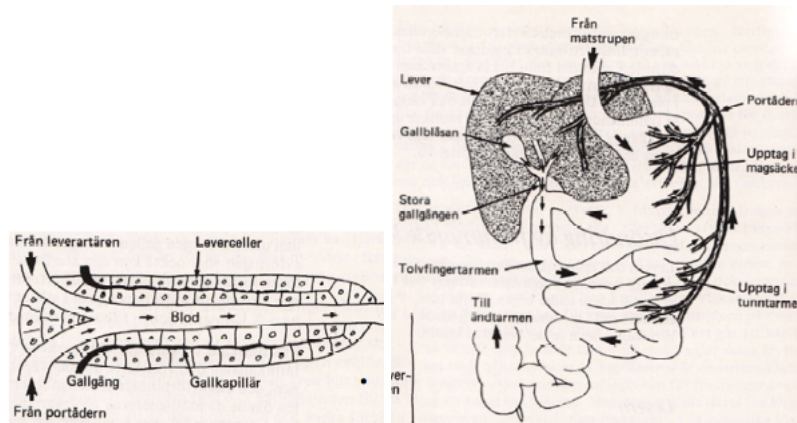
Metabolism är inte samma sak som avgiftning (I själva verket kan det vara precis tvärtom). Lyckligt nog föredrar alkoholdehydrogenas samma sprit som vi. Metanol utsöndras via urin och utandningsluften.

## Utsöndring

### Levern

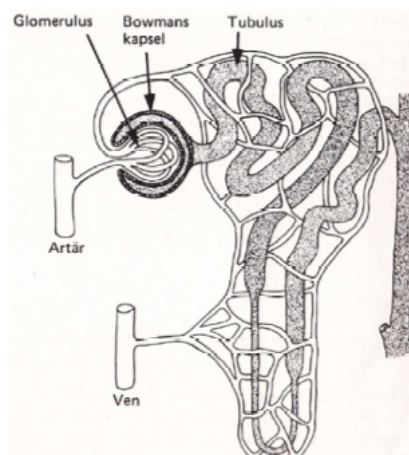
- Metaboliserar föreningar i blodet direkt från magen via portådern
- Magen verkar varit viktigare än lungorna
- Stora springor i kapillärväggarna
- 1 L galla/dygn samlas i gallblåsan
- Utsöndringsväg för metaller och större organiska föreningar (mv > 450)

- Begränsad diffusion av vattenlösliga kemikalier i tunntarmen (dock kan konjugater spjälkas och börjar enterohepatisk cirkulation)



## Njurarna

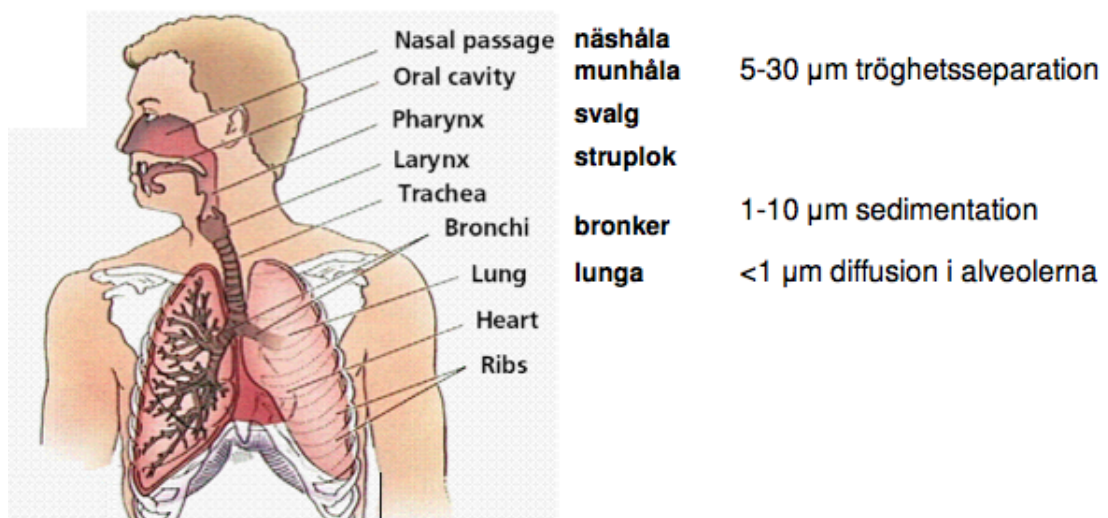
- En miljon nefron i varje njure
- Glomerulus har stora springor
  - av 1640 L/dygn går 180 L/dygn igenom till Bowmans kapsel (primärurin)
  - 99% absorberas tillbaka i tubulus
- Aktiva transportsystem återvinner näringsämnen till tubulus
  - Hög koncentration av ämnen i urinen
    - \* → Fettlösliga diffunderar tillbaka
    - \* → Vattenlösliga passerar membranerna inte



## Lungorna

### Damm, rök och dimma

- Gaser med svävande droppar/partiklar = aerosoler
- Vattenlösliga, löses i slemmet och/eller blodet
- Vattenolösliga



### Lungornas reningssystem

- Näshåla till bronkerna:
  - Slemproducerande celler
  - Cilier (flimmerhår)
    - \* Långsamt föra slemmet mot svalget
    - \* Kan skadas av kemikalier, rökning mm.
- Alveolerna
  - Makrofager - Fagocytos
  - Ut via fina luftkanaler eller lymfsystemet

### **När lungornas reningssystem inte fungerar**

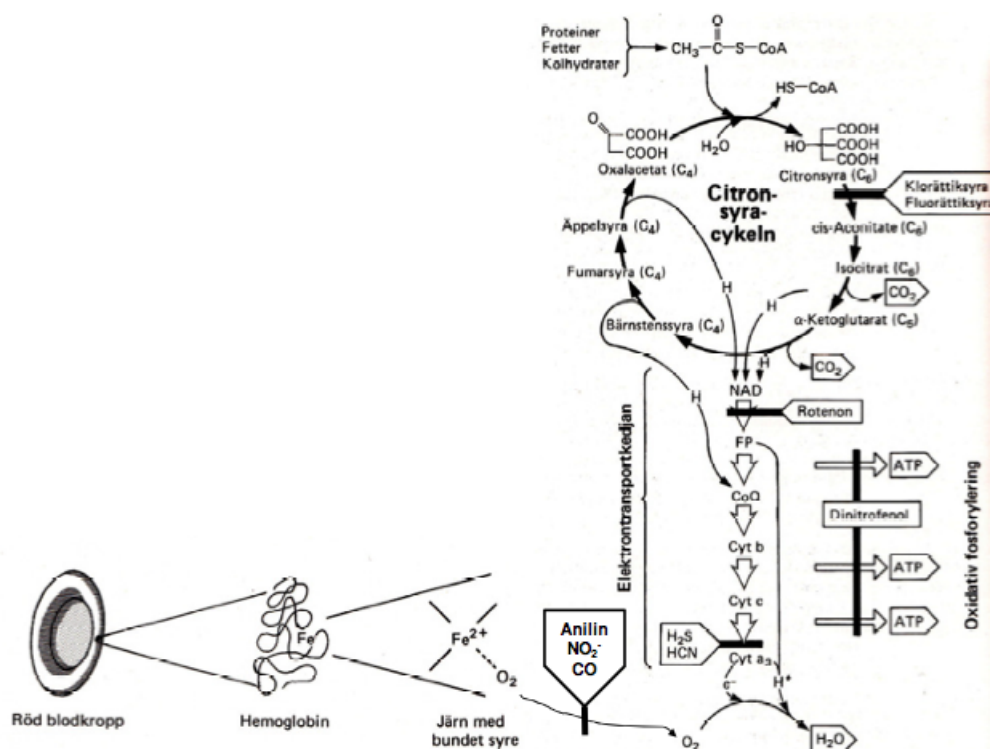
- Makrofager klarar inte allt
- Pneumokonioser
  - SiO<sub>2</sub> → Silikos
  - Asbest → Asbestos
  - Ansamling av döda makrofager
  - Utveckling av bindväv
  - Minskat syreupptagande
  - Ökat motstånd längs kapillärerna

### **Förgiftningsmekanismer**

- Störningar i energiproduktion
- Störningar i nervsystemet
- Peroxidering av fetter
- Mutationer

### **Störningar i energiproduktion**

- Kolmonoxid
  - Binds vid hemoglobin (hårdare än O<sub>2</sub>)
  - Bromsar elektrontransportkedjan
  - ATP-tillgång i centrala nervsystemet rubbas
  - ”Ödem” vätskeansamling i hjärnan
- Nitrit
  - Oxiderar järn i blodet → methemoglobin
  - Omöjliggör syreabsorbtion → methemoglobinemi (cyanos, andfåddhet)
  - Blodkärlsväggarna blir öppna för plasma → blodtrycksfall



## Störningar i nervsystemet

### 1. Blockerade transmittorsubstanser

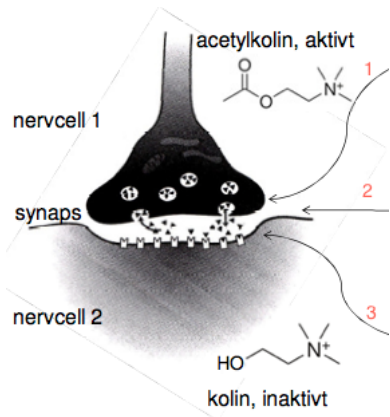
- Tex. Botulintoxin
- Tex. Clostridium botulinum
- Upplevas som förlamning

### 2. Bundna receptorer

- Tex. nikotin, atropin
- Upplevas som pigghet vid låga doser
- Sedativ vid högre doser

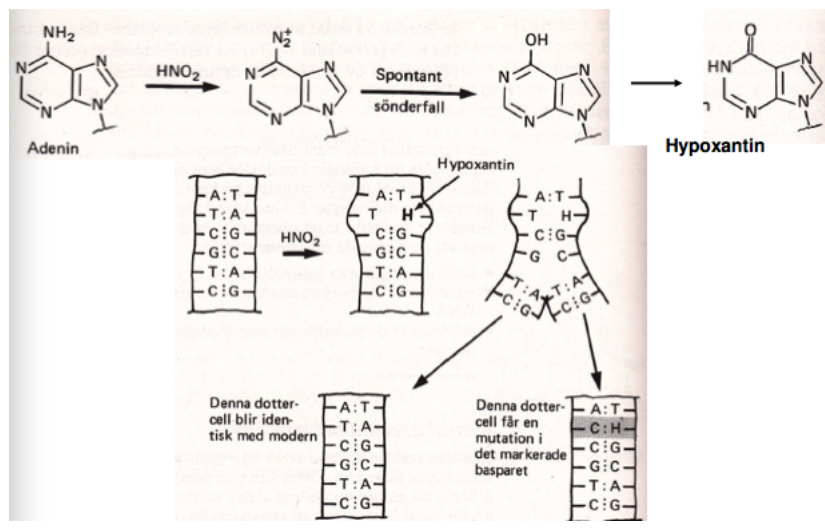
### 3. Förstörade acetylkolinesteras

- Tex. Sarin (organiska fosforföreningar)
- Muskelcellerna översvämmas och kramper uppstår
- Atropin motverkar

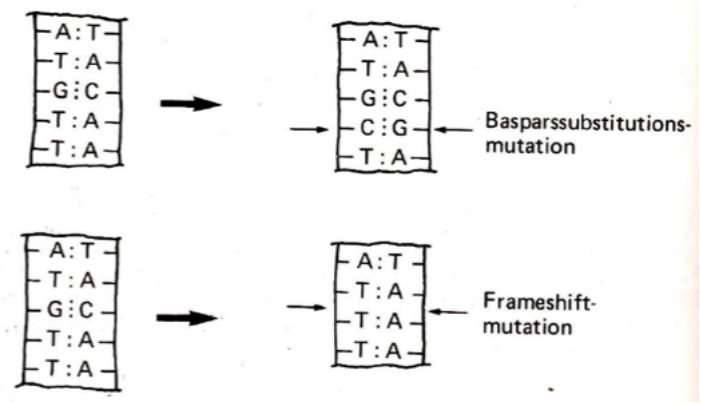


## Mutationer

### Punktmutationer

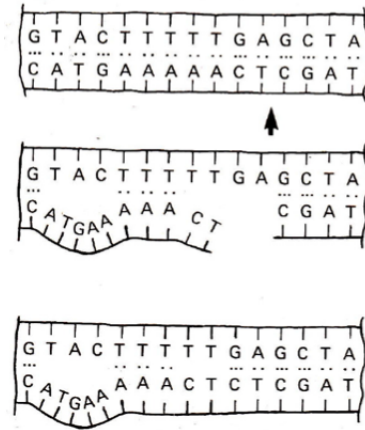


Två typer av punktmutationer:





## Frameshift-mutation



## Kromosommutationer

- Deletion: Kromosom tappar en del
- Duplikation: En del fördubblas
- Inversion: En del inverteras
- Transposition: En del flyttas på kromosomen
- Translokation: En del flyttas till en annan kromosom

## Mutationseffekter

- Positiva
- Neutrala
- Tysta
- Negativa
- Letala

# Föreläsning 10

## Kemiska hälsorisker

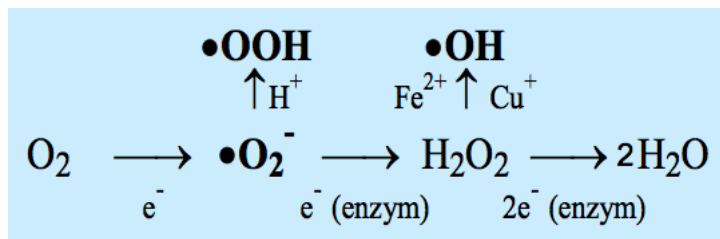
Självvalda:

- Rökning
- Alkohol
- Högt sockerintag
- Lättspjälkad stärkelse
- Lågt antioxidantintag

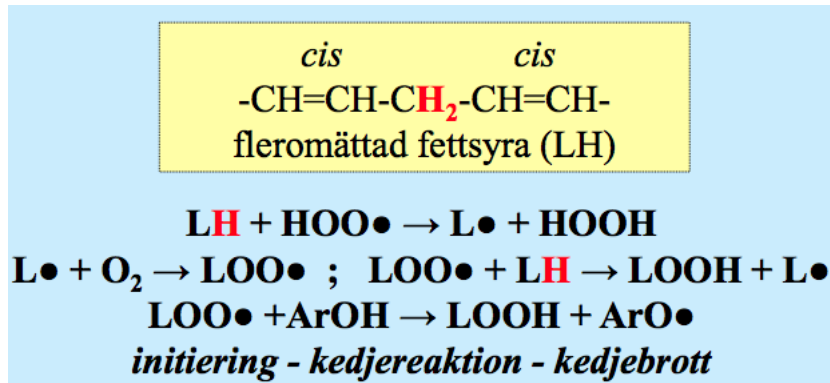
Ofrivilliga:

- Passiv rökning
- Bilavgaser
- Livsmedelstillsatser
- Hemkemikalier
- Kemisk arbetsmiljö

## Syreradikaler

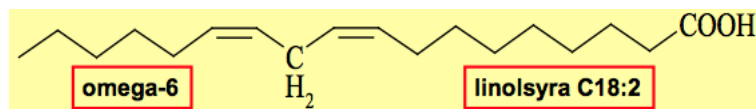


## Lipider oxidation



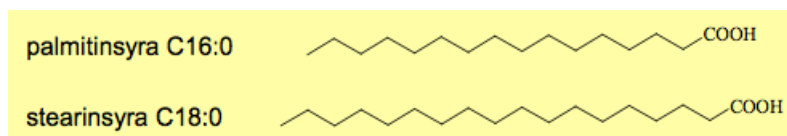
## Omega-6

- Fettsyror av typ omega-6 har en dubbelbindning på 6:e kolatomen från kolkedjans slut
- Linolsyra dominerar i fleromättat fett av typ omega-6 som vi behöver i små mängder från det vi äter
- Fleromättat fett är hälsofarligt lätttoxiderat på grund av CH<sub>2</sub>-gruppen mellan två dubbelbindningar
- Vi får ofta alltför mycket dåligt antioxidantskyddat omega-6 med dagens kost

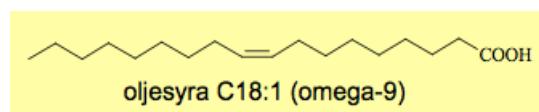


## Stabila fettsyror

Dominerande mättade fettsyror. Mycket stabila och ofarliga.



Dominerande enkelomättad fettsyra. Stabil och ofarlig.



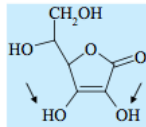
## Antioxidanter

Livets skyddsänglar mot syreradikaler.

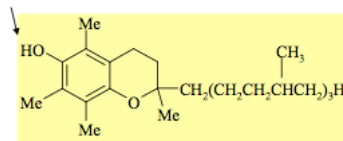
- Askorbinsyra (Vitamin C), mycket vattenlöslig
- Tokoferoler (Vitamin E), fettlöslig
- Flavonoider (Polyfenoler), vattenlösliga
- Karotenoider (Isoprenoider), mycket fettlösliga

## Vitamin C och E

Askorbinsyra

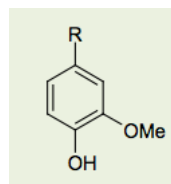


$\alpha$ -tokoferol

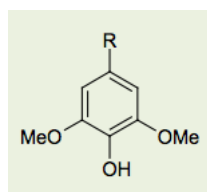


## Vedledning

Metoxifenoler, barrved



Dimetoxifenoler, lövved



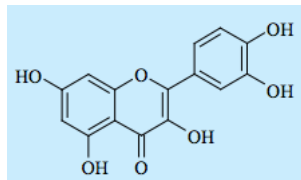
## Antioxidantkällor

	Karotenoider		Flavonoider	
	Karotener	Xantofyller	Flavon(ol)er	Katekiner
• Ägg		<b>zeaxantin</b>		
• Lax		<b>astaxantin</b>		
• Tomater	<b>lykopen</b>			
• Morötter	<b>betakaroten</b>			
• Grönsaker	betakaroten	<b>lutein</b>	kempferol	
• Apelsiner		zeaxantin	hesperitin**	
• Blodgrape	lykopen		naringenin**	
• Äpplen			<b>quercetin</b>	<b>katekin</b>
• Lök			quercetin	
• Skogsbär*			quercetin	
• Odlade bär*			quercetin	
• Rödvin*			quercetin	katekin
• Te				epigallokatekin
• Kaffe				
• Choklad				epikatekin

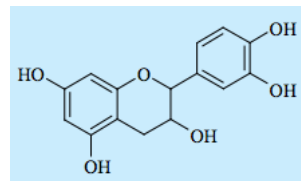
\* Höga halter av olika färgade antocyaniner    \*\* Citrusflavonoider av typ flavanoner

## Flavonoider (polyfenoler med tre typiska ringar)

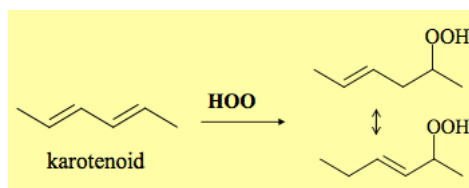
Quercetin



Katekin

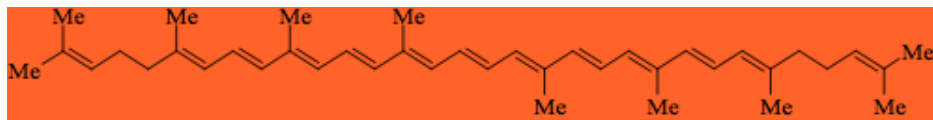


## Karotenoider (adderar syreradikaler)



## Lykopen

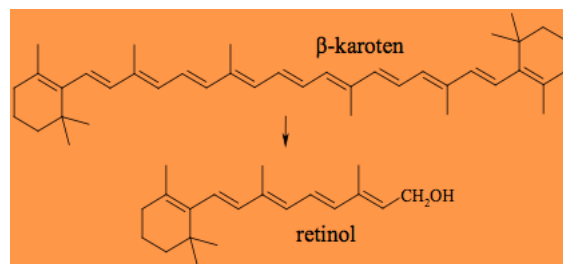
Tomater välkända för sitt röda lykopen. Vattenmelon innehåller samma antioxidant. Lykopen är en karoten utan ringar i strukturen. Lykopen skyddar organ som prostata.



## Betakaroten

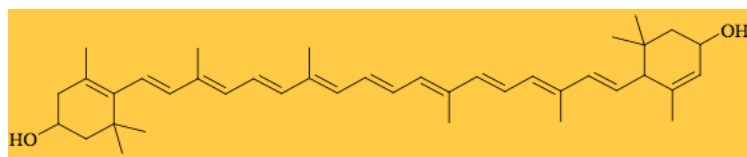
Morötter är en huvudkälla till betakaroten. Rivning ökar upptaget. Röd paprika är ett dyrare alternativ.

Betakaroten omvandlas till två retinol (vitamin A). Antioxidanteffekt vid låg syrehalt.



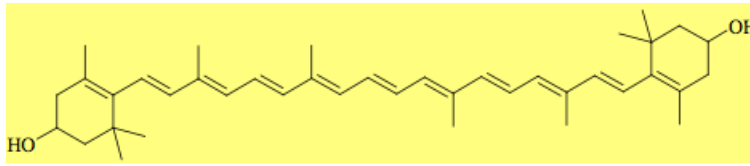
## Lutein

Karotenoiden lutein finns i grönsaker och särskilt i gröna ärtor och broccoli. Lutein är en xantofyll och mindre fettlöslig än karotenerna.



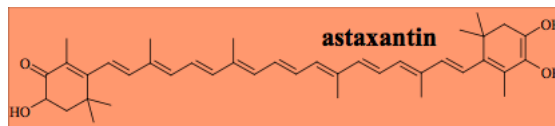
## Zeaxantin

Majs och ägg får sin gula färg av karotenoiden zeaxantin. Zeaxantin är särskilt viktig för synen.



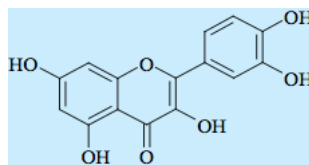
### Astaxantin

Lax innehåller det röda astaxantinet. Höga tokoferolhalter. Mycket EPA och DHA. Fiskodlingsproblem. Födan styr innehållet. Miljögifter riskfaktor. Väl vald lax är en utomordentlig animalisk antioxidantkälla.



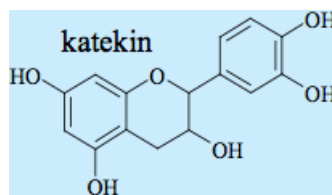
### Quercetin

Flavonolen quercetin är en viktig flavonoid. Gul och röd lök innehåller höga halter.



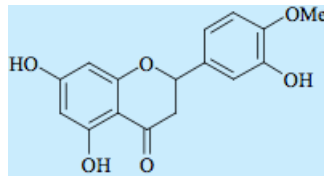
### Katekin

Äpplen är ofta främsta källan till quercetin. De innehåller mycket katekiner. Röda äpplen färgas av antocyaniner i skalet.



### Hespertin

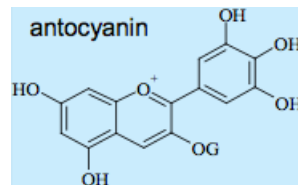
Flavanolen hespertin är typisk för apelsiner.



Den gula zeaxantin ger apelsiner färg. Apelsiner ger mycket askorbinsyra.

### Antocyanin

Blåbär är kända för sina blå antocyaniner. Denna typ av antioxidanter är kemiskt instabila. Skogens blåbär har funnits sedan stenåldern.



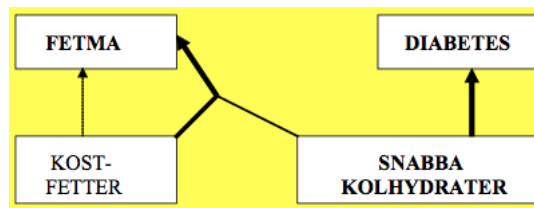


# Föreläsning 11

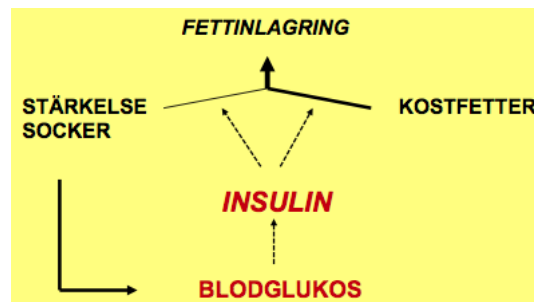
## Kost och Hälsa

### Kolhydrater

Kolhydrater ligger bakom fetma och diabetes. Socker och stärkelse bildar glukos (blodsocker).

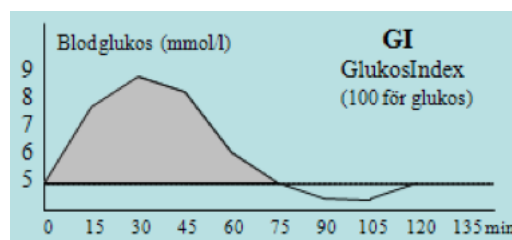


### Insulinstyrd Fattinlagring



### GI och blodglukos

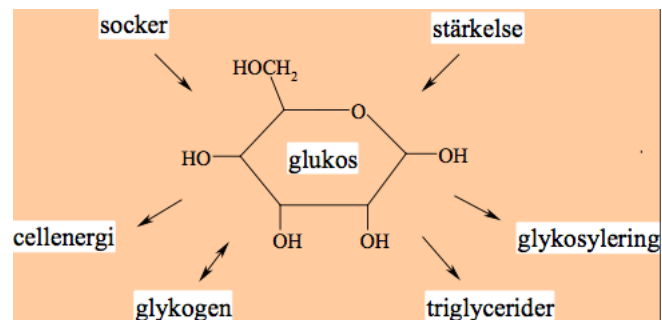
GI (per vikt mängd) = GI (glyk. ind.) x andel kolh.  
> 25 = Högt! , <10 = Lågt!



## Sockerarter

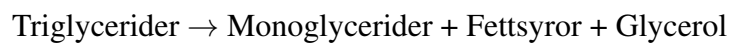
- Laktos - Galaktos
- Stärkelse - Glukos
- Sackaros - Fruktos

## Glukos i blodet



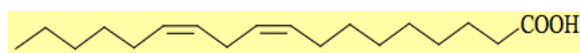
## Triglycerider

Fett = Triglycerider = Triacylglyceroler. I matspjälkningskanalen:



## Fröfetter med omega-6

Linolsyra C18:2

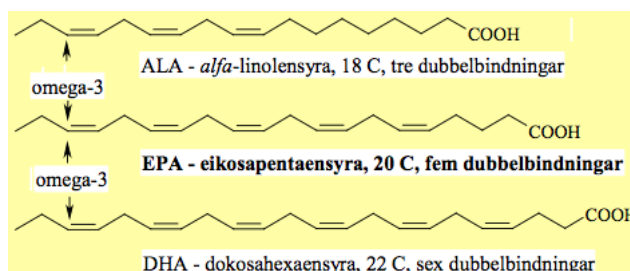


Tex. Majsolja, Solrosolja, Becel.

- Undvik dessa oljor som alla innehåller mycket omega-6
- Andra livsmedel ger tillräckligt med omega-6 i bättre balans
- Becel är ett margarin med avvikande mycket omega-6

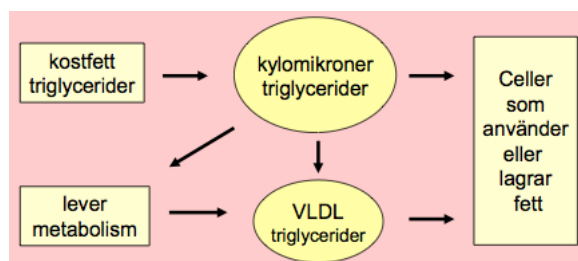
## Omega-3

- Lättoxiderade och hälsofarliga utan bra antioxidantskydd
- Fiskfettsyrorna EPA och DHA är livsnödvändiga i små mängder



## Transport av fetter

- Fett från måltider sprids med kylomikroner i blod under ett par timmar
- Däremellan transporteras fett ut med lipoproteinet VLDL från levern



## LDL och Lipoproteiner

- Lipoproteiner som LDL har specifikt protein och kolesterol ytterst
- En inre kärna består av kolesterolestrar med fleromättade fettsyror
- Oxidation och glykosylering skadar LDL och initierar ateroskleros

## Skydd mot ateroskleros

1. Mindre socker och lägre GI minskar blodglukosnivåer och glykosylering
2. Mindre omega-6 minskar skadlig oxidation av LDL till ox-LDL
3. Rikligt med väl valda antioxidanter skyddar mot oxidation av LDL
4. Både kost och livsstil kan styras för minskad bildning av syreradikaler

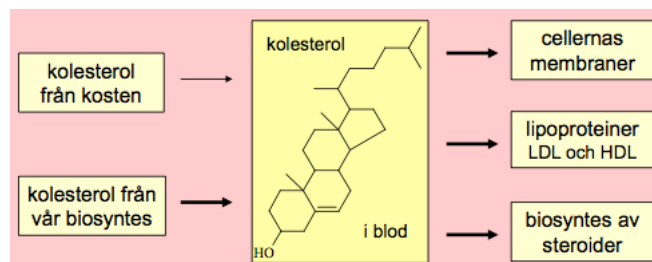
- Mindre socker och söta drycker. Mindre livsmedel med högt GI
- Minskat intag av omega-6. Rätt omega-3 i form av EPA
- Mer antioxidanter med kosten. Bättre kostmix av antioxidanter
- Minimering av oxidativ stress. Eliminering av syreradikaler

### Kost för kärl och hjärta

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Socker och sötsaker</li> <li>- Lättspjälkad stärkelse</li> <li>- Fleromättat växtfett</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Fet fisk</li> <li>+ Smör och ost</li> <li>+ Ägg och chark</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Lök och gröna ärtor</li> <li>+ Äpplen och citrus</li> <li>+ Osötade bär</li> </ul>

### Kolesterol

- Kolesterol är livsviktigt, enkelomättat, stabilt och biokemiskt säkert
- Halterna i blod regleras av kroppen efter behov för viktiga funktioner



## Begrepp

- **Ekologi:** Samspelet mellan organismer och deras miljö. Samspelet mellan biosfären och den abiotiska miljön
- **Biosfären:** Det tunna skikt där allt levande finns
- **Abiotiska miljö:** Det icke-levande; Atmosfären (luft) , hydrosfären (vatten) och litosfären (jord)
- **Biom:** Vegetationsområde, storskaligt ekosystem
- **Biotop:** Omgivning med naturliga gränser
- **Evolution:** Långsiktigt resultat av artutveckling (speciation) och adaptation
- **Hållbar utveckling:** Ett samhälle för 10 miljarder ”lyckliga” människor inom naturens begränsningar
- **Kemikalier:** Den samlade benämningen på alla på kemisk väg framställda kemiska föreningar
- **Bioackumulation:** Anrikning av kemiska ämnen i levande organismer
- **Biomagnifikation:** Anrikning av kemiska ämnen i näringskedjan
- **HDI:** Human Development Index
- **Biocid:** Livsdödare, om bekämpningsmedel m.fl. miljögifter
- **Biotransformation:** Organismers enzymatiska omvandling av kemiska ämnen, särskilt om miljögifter
- **Ekotoxikologi:** Läran om kemiska ämnens spridning, omvandling och effekter i ekosystemet
- **Feromoner:** Kemiska inomartssignaler
- **Fungicid:** Svampdödande kemiskt ämnen
- **Fytotoxisk:** Giftig för växter
- **Genotoxisk:** Skadar gener, dvs DNA och/eller DNA-funktioner
- **Herbicid:** Växtdödande kemiskt ämne

- **Homoeostas:** Självstyrning mot jämviktsläge, om miljöfaktorer i organismer och ekosystem
- **Hydrofil:** Vattenälskande, hög vattenlöslighet
- **Kolväte:** Kemiskt ämne som innehåller kol och väte
- **Lipofil:** Fettälskande, hög fettlöslighet
- **Metabolism:** Ämnesomsättning, om enzymatiska reaktioner i levande organismer
- **Miljögift:** Beteckning för ett miljöstörande kemiskt ämne
- **Mutation:** En förändring av den kemiska strukturen hos cellens arvs massa
- **Nisch:** Ekologisk nisch = Summan av de ekologiskt betydelsefulla egenskaper som karakteriserar en art
- **Organisationsnivå:** Ekotoxikologiskt klassificeringsbegrepp, exempel är individnivå och ekosystemnivå
- **Persistens:** Reaktionströghet, särskilt om ämnen som biotransformeras långsamt
- **Samevolution:** Evolution av två eller flera arter under specifik ömsesidig påverkan
- **Selektion:** Urval; speciellt om så kallat naturligt urval
- **Synergism:** ”Samverkan”, om kemiska ämnen eller andra miljöfaktorer som förstärker varandras effekt
- **Toleransområde:** Miljöfaktorintervall inom vilket en organism (population) kan existera
- **Tungmetaller:** Ospecifik beteckning för de ofta miljöfarliga metallerna med hög atomvikt
- **Exponeringsmätning:** Mätning av halten av ett ämne i inandningsluften, oftast med personburen utrustning
- **Hygieniskt gränsvärde:** Högsta godtagbara genomsnittshalt (tidsgränsvärde) av en luftförorening i inandningsluften. Ett hygieniskt gränsvärde är antingen ett nivågränsvärde eller ett takgränsvärde
- **Nivågränsvärde:** Hygieniskt gränsvärde för exponering under en arbetsdag

- **Takgränsvärde:** Hygieniskt gränsvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter eller någon annan period
- **Korttidsvärde:** Ett rekommenderat värde som utgörs av ett tidsvägt medelvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter
- **Additiv effekt:** En samverkande effekt är additiv, om verkningsmekanismen är likartad hos de ämnen man är exponerad för
- **Allergi:** Överkänslighet, där orsaken är ett förändrat reaktionssätt i kroppens immunförsvar
- **Antigen:** Främmande ämnen som framkallar reaktion i immunförsvaret
- **Areamätning:** Emissionsmätning. Övervakning av vissa luftföroreningar med stationär utrustning av registrerande typ, med flera mätpunkter i en arbetslokal
- **Centrala nervsystemet:** Hjärnan förlängda märgen och ryggmärgen
- **Emissionsmätning:** Mätning för att kartlägga föroreningskällornas betydelse för uppkomst och spridning av luftföroreningar
- **Enzymer:** Ämnen som till största delen består av proteiner och verkar som specifik katalysator, dvs påskyndar förloppet vid en viss kemisk reaktion
- **Exponering:** Utsättning för ett ämne genom tex. inandning, förtäring eller hudkontakt
- **Fertilitet:** Fruktksamhet, förmåga att få barn
- **Glycinenhet (GU):** Ett kvantitativt mått på proteolytisk, dvs. proteinspjälkande enzymaktivitet
- **Hyperreaktivitet:** En ökad känslighet i slemhinnan för olika stimuli, tex. fysikaliska och kemiska faktorer
- **Latenstid:** Tiden från den första exponeringen för tex. ett cancerframkallande ämne till dess att cancersjukdom kan påvisas
- **Sensibiliserande ämnen:** Ämnen som man kan bli överkänslig för, tex. ämnen som i mycket liten mängd kan utlösa allergiska effekter
- **Synergistisk effekt:** Förstärkande effekt. En samverkande effekt är synergistisk, om effekten av en samtidig exponering för olika ämnen är betydligt större än summan av de olika effekterna för de enskilda ämnena

## Datum

### Hållbar utveckling:

- 1972: FN konfernas om människan och miljö i Stockholm
- 1987: FN kommission för miljö och hållbar utveckling
- 1992: FN konferans om miljö och utveckling, Rio de Janeiro
- 2002: FN världsmöte om hållbar utveckling, Johannesburg

### Kemikalier:

- 1998: CLRTAP Regional överenskommelse för luftföroreningar (POPs)
- 2001: Stockholmkonventionen om POPs, trädde i kraft 2004
- 2006: SAICM Strategic Approach to International Chemicals Management

### Växthuseffekten:

- 1992: Klimatkonventionen
- 1997: Kyotoprotokollet
- 2009: Köpenhamnsförhandlingarna
- 2010: Cancunförhandlingarna
- 2011: Durban
- EU202020

### Ozon:

- 1985: Wienkonventionen
- 1987: Montrealprotokollet
- 1990: Londonprotokollet
- 1993: Bangkok
- 1995: Wien
- 1997: Montreal
- 1999: Beijing



Läs varningstexten!

# Farosymboler för märkning

Alla farliga kemiska produkter ska vara tydligt märkta med farosymbol (faropiktogram) samt risk- och skydds-information på svenska. Märkningen informerar om skador som kan uppstå vid användning. Fram till 1 juni 2015 gäller två märkningssystem parallellt. På sikt ska den nya märkningen med röd ram gälla i hela världen.

## Nya farosymboler, faropiktogram



**Giflig.** Produkten ger livshotande skador vid inandning, hudkontakt eller förtäring.



**Frätande.** Produkten ger frätskador på hud, matstrupe och ögon, eller andra allvarliga ögonskador. Används också för produkter som är korrosiva för metaller.



**Hälsoskadlig.** Produkten kan ge ärftlig genetisk skada, cancer, fosterskador eller störa fortplantningen. Används också för produkter som ger allergi vid inandning, kemisk lunginflammation vid förtäring eller andra allvarliga skador vid enstaka eller upprepad exponering.



**Skadlig.** Produkten är skadlig vid inandning, hudkontakt eller förtäring. Används också för produkter som ger allergi vid hudkontakt, som irriterar hud, ögon eller luftvägar eller ger narcosverkan.



**Miljöfarlig.** Produkten är giftig för vattenmiljön på kort eller lång sikt. Ska förvaras och användas så att produkten och avfallet inte skadar miljön.



**Explosiv.** Produkten är explosiv och kan explodera om den utsätts för slag, friktion, gnistor eller värme. Måste hanteras varsamt.



**Brandfarlig.** Produkten är brandfarlig och kan brinna våldsamt vid antändning eller värmeförsel. Vissa produkter utvecklar brandfarlig gas i kontakt med vatten eller självantänder i luft.



**Oxiderande.** Produkten orsakar reaktion, brand eller explosion i kontakt med brännbara ämnen eller material.



**Gas under tryck.** Produkten är en trycksatt eller kraftigt nedkyld gas. Behållaren kan explodera vid yttre brand.



**Kännbar varning för synskadade.** De flesta hälsofarliga kemiska produkter som säljs till allmänheten ska ha en kännbar varningsmärkning i form av en upphöjd triangel på förpackningen.

## Farosymboler som gäller till 2015



Mycket giftig/  
Giftig



Frätande



Hälsoskadlig  
Irriterande



Miljöfarlig



Explosiv



Extremt/  
Mycket  
brandfarlig



Oxiderande