

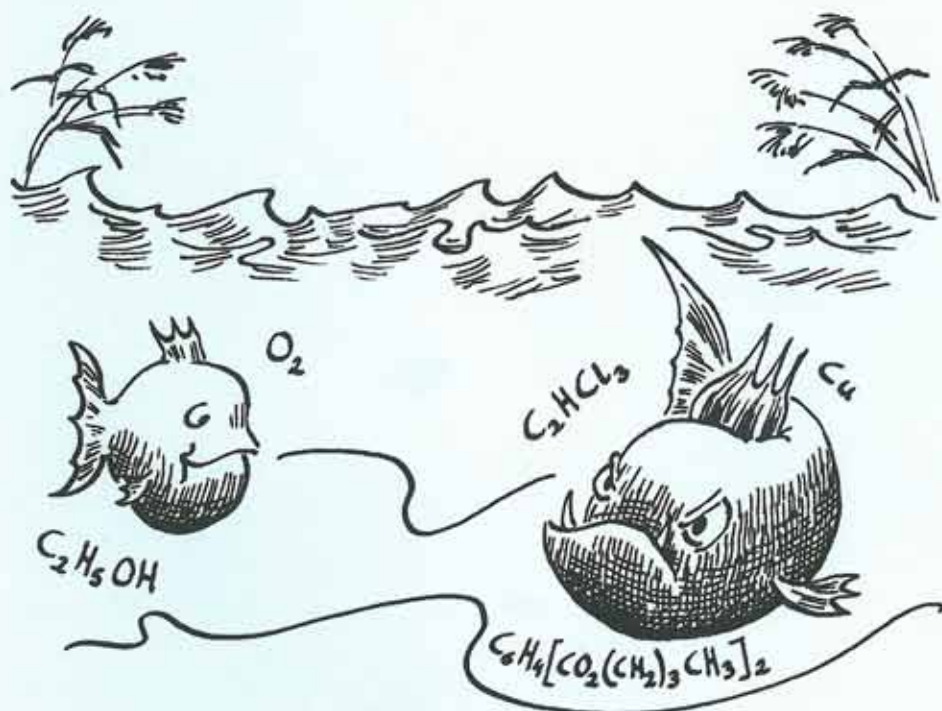
# Kemikaliers effekter i VA-sammanhang

R A P P O R T

1996 • 09

En datasammanställning

Ingemar Dellien



VA FORSK

VAV

# VA-FORSK

VA-FORSK är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande en krona per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig och intresset från kommunernas sida har varit mycket stort. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-FORSK initierades gemensamt av Kommunförbundet och VAV. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten  
Ledningsnät  
Avloppsvattenrening  
Ekonomi och organisation  
Utbildning och information

VA-FORSK styrs av en kommitté, som utsetts gemensamt av VAV och Kommunförbundet. Kommittén är underställd VAVs styrelse. Under perioden 1993-1995 har kommittén följande sammansättning:

Hans Mattsson, ordförande	Södertälje
Professor Peter Balmér	GRYAAB, Göteborg
Driftchef Sture Bergström	Gatukontoret, Skellefteå
Kommunalråd Nina Jarlbäck	Eskilstuna
Tekn chef Peeter Maripuu	Lysekil
Ledamot i KS o KF Håkan Mattsson	Ystad
Ledamot i KS Åsa Möller	Sundsvall
VA-chef Bengt L Persson	VA-verket Malmö
Sektionschef Jan Söderström	Sv kommunförbundet
VD Håkan Westerlund	VAV
Forskningschef Jan Falk, sekreterare	VAV

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande VAVs ståndpunkt.

VA-FORSK  
Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV  
Regeringsgatan 86  
111 39 STOCKHOLM  
Tel: 08-23 29 35  
Fax: 08-21 37 51

# ***Kemikaliers effekter i VA-sammanhang***

***En datasammanställning***

***Ingemar Dellien***

R A P P O R T

1996 ● 09

 VAV FORSK

VAV

# VA-FORSKs rapportserie

<b>Rapportens titel:</b>	Kemikaliers effekter i VA-sammanhang En datasammanställning
<b>Title of the report:</b>	Effects of some chemicals in sewage treatment systems and in recipients A compilation of literature data
<b>Rapportens beteckning Nr i VA-FORSK-serien:</b>	1996-09
<b>ISSN-nummer:</b>	1102-5638
<b>ISBN-nummer:</b>	91-88392-01-5
<b>Författare:</b>	Ingemar Dellien, Landskrona
<b>Utgivare:</b>	Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, VAV
<b>VA-FORSK projekt nr:</b>	96-107
<b>Projektets namn:</b>	Sammanställning av kemikaliers egenskaper i VA-sammanhang
<b>Projektets finansiering:</b>	VA-FORSK
<b>Rapporten beställs från:</b>	Svensk Byggtjänst, Litteraturtjänst, 171 88 Solna, tel 08-734 51 00
<b>Rapportens omfattning</b>	
<b>Sidantal:</b>	216
<b>Format:</b>	A4
<b>Upplaga:</b>	1100
<b>Sökord:</b>	Industriella avloppsvatten, avloppsrening, toxicitet, nedbrytbarhet, miljöfarlighet, oorganiska föroreningar, organiska föroreningar
<b>Keywords:</b>	Industrial sewage, sewage treatment, toxicity, degradability, environmental hazard, inorganic pollutants, organic pollutants
<b>Sammandrag:</b>	Rapporten innehåller data rörande giftighet och nedbrytbarhet i reningsverk och naturliga vatten för cirka 200 organiska ämnen och 35 grundämnen.
<b>Abstract:</b>	The report contains data concerning toxicity and degradability in sewage treatment plants and in natural waters for about 200 organic pollutants and 35 elements.
<b>Målgrupper:</b>	Kommunala VA-förvaltningar Miljöförvaltningar VA-konsulter
<b>Utgivningsår:</b>	1996
<b>Pris 1996:</b>	200 kr, exkl moms

## SAMMANFATTNING.

Denna sammanställning innehåller data för 35 grundämnen och några oorganiska eller metallorganiska föreningar, samt för cirka 200 organiska ämnen. De ämnen som tagits med är

- de som kan bedömas enligt Livsmedelsverkets "dricksvattenkungörelse" (SLV FS 1993:35),
- finns upptagna i VAV's Meddelande M 20, "Industriavlopp - gränsvärden" från 1983,
- samt några som ingår i kemiskt-tekniska produkter i allmänt bruk och som efter användning riskerar att tillföras avlopp.

Förutom en kortfattad beskrivning av ämnet och dess användning finns uppgifter rörande nedbrytbarhet - både i reningsverk och naturlig recipient - och toxicitetsdata för alg, evertebrat (*Daphnia*) och fisk. Om ämnets förekomst i slam medför inskränkningar i slammets användbarhet anges detta. Av Kemikalieinspektionen meddelad miljöklassning, eller om det finns förslag till miljöklassning i det nyligen utgivna nordiska förslaget till miljöfarlighetsbedömning nämns också, likaså om ämnet har bedömts enligt det tyska systemet med "Wassergefährdungsklasse". Om ämnet har ett hygieniskt gränsvärde i Sverige anges detta.

De viktigaste källorna är Naturvårdsverkets och Kemikalieinspektionens rapporter, samt uppslagsverk med inriktning mot ekotoxikologi. Så långt möjligt har endast data som bedömts ur kvalitetssynpunkt tagits med.

## SUMMARY

This compilation contains data for 35 elements and some inorganic/metal organic compounds, and for about 200 organic compounds. The substances that are included are those that have a concentration limit value given by the Swedish Association of Water and Waste Water Treatment Plants (discharge to sewage system) or by the National Food Administration (drinking water regulations). Moreover, a number of compounds used in chemical products with widespread use in industry or household are treated.

In addition to a short description, including some physico-chemical values and data related to human health, information about degradability, both in sewage systems and in natural recipients, and toxicological data related to algae, Daphnia and fish are given for each substance. Restrictions on the use of sewage sludge caused by the substance are mentioned. Environmental classification by the Swedish National Chemicals Inspectorate, proposed classifications from the Nordic project "Environmental Hazard Classification and Labelling of Selected Chemicals", and also the value assigned according to the German "Wassergefährdungsklasse" are cited whenever available.

Whenever possible data have been taken from reports published by the Swedish National Chemicals Inspectorate or the Swedish Environmental Protection Agency. Supplementary information has been taken from ecotoxicological data collections where the data quality has been evaluated.

## FÖRORD

Denna sammanställning av data rörande miljöegenskaper avser att göra det lättare att göra en rimlig bedömning av ett ämnes förväntade effekter på och beteende i dricksvatten, reningsverk eller en naturlig recipient. Författaren har ofta upplevt att det kan vara tidsödande att hitta sådana uppgifter och att de sällan finns i samlad form. Dessutom krävs vanligen tillgång till ett välförsett bibliotek.

Denna bok upptar alla definierade kemiska ämnen som kan bedömas i dricksvatten enligt Livsmedelsverkets kungörelse 1993:35, och kungörelsens kommentarer i sammandrag. I detta avseende är boken tänkt som en "lathund". Det går dock inte att göra en kompetent bedömning av ett dricksvattens kvalitet enbart utifrån en mekanisk jämförelse av ett analysprotokoll med en gränsvärdeslista!

Vad gäller avlopp upptar den cirka 90 ämnen, som är upptagna i VAV's skrift M20 "Industriavlopp - gränsvärden". Dessutom behandlas över hundra andra ämnen, som har stor vardaglig användning.

Då många reningsverk nu byggs ut för kvävereduktion har vikt lagts vid att få med uppgifter om ämnens inverkan på nitrifikation och denitrifikation. Det finns dock ännu ingen allmänt accepterad mall för hur sådana data skall bedömas i praktiska situationer.

De värden som ges för de olika ämnena är hämtade från publicerade uppgifter. Det första kapitlet beskriver vilka uppgifter som har valts ut och hur de kan användas, och en längre diskussion av olika aspekter på hur ämnen kan bedömas finns i kapitel 15.

Det är författarens förhoppning att sammanställningen skall upplevas som pålitlig och därmed bidra till att olika parter kan utgå från samma data. Detta bör vara av stort värde t ex vid förhandlingar mellan huvudmannen för en avloppsanläggning och ett företag om vilka effekter företagets avloppsvatten kan ha, och vilka försiktighetsmått som bör vidtas.

Projektet har finansierats av VA-Forsk.

Landskrona 1996-06-15

Ingemar Dellien

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

1. Hur använda denna skrift?
2. Oorganiska och metallorganiska ämnen: Aluminium, antimon, arsenik, barium, beryllium, bly, bor, fluor, fosfor, järn, kadmium, kalcium, kalium, kisel, klor, kobolt, koppar, krom, kvicksilver, kväve, litium, magnesium, mangan, molybden, natrium, nickel, radon, selen, silver, svavel, syre, tenn, titan, vanadin, zink.
3. Kolväten, förutom PAH
4. Kolväten: Polycykliska aromater (PAH)
5. Alkoholier, fenoler
6. Aldehyder, ketoner, estrar
7. Syror och estrar
  - 7.1 Syror
  - 7.2 Estrar
8. Glykoletrar och glykoleteracetater
9. Ftalater
10. Kväveföreningar
11. Halogenföreningar
  - 11.1 Klorerade kolväten
  - 11.2 Polyklorerade bifenyler och terfenyler (PCB, PCT)
  - 11.3 Klorerade dioxiner och dibensofuraner
  - 11.4 Övriga halogenerade ämnen
12. Svavelföreningar
13. Några funktionsgrupper
  - 13.1 Tensider
  - 13.2 Komplexbildare
  - 13.3 Fotokemikalier
  - 13.4 Desinfektions/Konserveringsmedel
14. Blandningar, ämnesgrupper
15. Bedömningsgrunder för ämnen i vattenmiljö.
16. Bilagor
  - 16.1 Förkortningar och begrepp
  - 16.2 Microtoxdata
  - 16.3 Namn på ofta använda försöksdjur
17. Litteratur
18. Index
  - 18.1 Alfabetiskt efter ämnesnamn
  - 18.2 CAS-nummer



# 1. HUR ANVÄNDA DENNA SKRIFT?

## Vilka ämnen finns med?

Som nämnts i förordet finns ämnena i dricksvattenkungörelsen (SLV FS 1993:35) och i VAV's sk gränsvärdeslista (M 20, 1983) medtagna, vilket tillsammans blir över hundra ämnen. Därtill finns sådana med uppgift om inverkan på nitrifikation i en rapport från Naturvårdsverket från 1990. (Några ämnen däri med mycket obetydlig praktisk användning har utelämnats). Till detta kommer ett lite godtyckligt urval av ämnen som författaren ofta har stött på som beståndsdelar i kemisk-tekniska produkter. Bekämpningsmedel torde vara generellt önskat i vattensammanhang och behandlas ej.

## Hur hittar man ett visst ämne?

Oorganiska ämnen (och några metallorganiska) hittar man under respektive grundämne. Kemiska föreningar innehåller minst två grundämnena, och man bör leta på det ämne som är viktigast ur miljö- eller hälsosynpunkt. Det är i allmänhet den positiva (metall)jonen, men inte alltid. Natriumcyanid behandlas under cyanid, kadmiumklorid under kadmium. I praktiken bör detta inte vålla större problem.

Organiska ämnen är besvärligare att ge namn, och det finns olika nomenklaturprinciper. Ett och samma ämne kan ha flera korrekta namn. I första hand har ämnena här döpts efter en marknadsledande kemikaliekatalog, som är skriven på svenska. Förfarandet är kanske tveklöst ur principiell synpunkt, men förhoppningsvis praktiskt. Index upptar en del synonymer. Inom varje kapitel är ordningen alfabetisk, men ibland har det varit lämpligt att behandla flera olika men närbesläktade ämnen under samma uppslagsord. Huvudordet markeras då med understrykning.

I varuinformationsblad, kemikaliekataloger osv ser man ofta att ämnen identifieras med hjälp av ett unikt nummer, som kallas CAS-nummer (CAS= Chemical Abstracts Service). Det är tredelat: sista talet består av en enda siffra, mellersta talet av två siffror, och det första talet har minst två siffror. Exempelvis har ammoniak nummer 7664-41-7. Känner man CAS-numret är det oftast det enklaste sättet att hitta ett ämne i uppslagsverk o dyl. Nackdelen är att numret inte har samband med ämnets egenskaper eller struktur. Om man inte hittar precis rätt ämne kan man med hjälp av det kemiska namnet ofta hitta något liknande ämne, men det går inte med CAS-nummer. Man kan inte "räkna ut" ett ämnes sammansättning eller struktur från CAS-numret. För tekniska produkter som t ex lacknafta finns tiotals olika CAS-nummer, som kan motsvara små skillnader i sammansättning. I sådana fall nämns inte något CAS-nummer här.

## Vilken information finns?

Varje kapitel börjar med en mycket kort inledning som pekar på allmänna egenskaper hos de ämnen som samlats i kapitlet.

Hälsomässigt relevanta uppgifter citeras från Arbetarskyddsstyrelsen resp dricksvattenkungörelsen utan diskussion och är närmast avsedda som "lathund" och minnesstöd. Om man inte är van vid att arbeta med sådana frågor bör man konsultera författningens text innan man söker lösa problem inom området.

Värden på fysikaliska egenskaper har hämtats från andra handböcker efter kritisk granskning. Det är snarast förbluffande hur svårt det är att hitta överensstämmande värden ens för ofta använda ämnen. Här finns oftast ett medelvärde angivet, men när väldigt olika värden har hittats har uppgiften inte tagits med alls. En fysikalisk-kemisk egenskap som inte brukar behandlas i vanliga tabellverk är ämnets fördelning mellan oktanol och vatten. Värdet på fördelningskonstanten, här betecknad Kow, kan användas för att bedöma risken för att äm-

## KAPITEL 1. HUR ANVÄNDA DENNA SKRIFT?

net kan bioackumuleras. Här ges 10-logaritmen för Kow. Om log Kow är större än 3, motsvarande att Kow är större än 1000, kan en sådan risk finnas.

Kapitel 15 diskuterar hur man kan bedöma ämnen i vattenmiljö, och att bedömningen måste göras individuellt för varje situation. För en VA-ansvarig är särskilt bedömningen av utsläpp till avlopp besvärliga: till dag- eller spillvatten, inverkan på driften, går ämnet ut i vattenrecipient eller med slam till åkermark, osv. Inverkan på kväverening är svårbedömd, eftersom det saknas normer.

Så långt möjligt finns sifferuppgift på toxicitet för alg, evertebrat (nästan alltid vattenloppa, Daphnia) och fisk. Av data för fisk har i första hand värden givits från mätningar på någon av arterna *Pimephales promelas* (en amerikansk sötvattensart) eller *Salmo gairdneri* (=regnbåge). Dessutom finns uppgift på s k Microtoxvärde. I kapitel 16, Bilagor, finns en kort beskrivning av metoden och hur värdet kan jämföras med toxicitetsdata för fisk. Värden på mätningar med biologiskt material har ännu större spridning än för enkla fysikaliska egenskaper, och kräver egentligen en kritisk granskning. I första hand citeras här data som finns i skrifter från Naturvårdsverket eller Kemikalieinspektionen, därefter från uppslagsverk (i första hand från *The Dictionary of Substances and their Effects*, men även från den löpande serien *Handbook of Environmental Chemistry* och från standardverk som *Kirk-Othmers Encyclopedia of Chemical Technology*). Endast något enstaka värde har tagits direkt från litteraturen. I kapitel 15 anföras hur siffervärden bedöms på "giftighetsskalan".

Uppgifter finns om möjligt rörande nedbrytbarhet, om ämnets fördelning mellan vattenfas och slamfas, och om för hög halt av ämnet i reningsverksslam medför inskränkningar i slammets användbarhet på jordbruksmark. Data rörande ämnets syreförbrukande egenskaper, dvs BOD<sub>n</sub> (biologisk syreförbrukning under *n* dygn), COD (kemisk syreförbrukning, oxidation med dikromat), ThOD (teoretisk syreförbrukning, dvs fullständig oxidation) ger viss ledning vid bedömning av nedbrytbarhet. Sådan information är naturligtvis viktig för bedömning av ett ämnets "behandlingsbarhet".

Skriftens syfte är att uppgifterna skall underlätta bedömningen av hur spillvatten från industrier och andra verksamheter skall behandlas och eventuellt tas emot av reningsverk. Om den leder till bättre förbehandling före utsläpp eller utbyte av oönskade ämnen eller kanske till och med till att "dåligt" spillvatten inte alls släpps ut har den fyllt sitt syfte.

## 2. OORGANISKA OCH METALLORGANISKA ÄMNEN

### ALUMINIUM

Aluminium, Al, är den vanligaste metallen i jordskorpan, och ingår tillsammans med syre och kisel i bl a fältspat, glimmer och leror. Grundämnet finns inte i fri form i naturen. Metallen har stor teknisk användning, ren eller i legeringar. I föreningar uppträder aluminium alltid som trevärt positiv ( $\text{Al}^{3+}$ ). (Poly)aluminiumsulfat och -klorid är av Livsmedelsverket godkända processkemikalier för fällning och koagulering av dricksvatten, och har motsvarande användning för avloppsvattenrening. Det är möjligen ett nödvändigt ämne för växter.

#### Hälsa.

AFS. Metall och oxid: NGV totaldamm  $10 \text{ mg/m}^3$ , respirabelt damm  $4 \text{ mg/m}^3$ . Lösliga föreningar: NGV  $2 \text{ mg/m}^3$ .

Akut toxicitet låg,  $\text{LD}_{50} = 3700 \text{ mg/kg}$  (råtta, via munnen, som  $\text{AlCl}_3$ ).

Dricksvatten. Riktvärde  $0,05 \text{ mg/L}$  (A-vatten). Tjänligt med anmärkning på teknisk grund vid  $0,10 \text{ mg/L}$  (A-vatten) resp  $0,50 \text{ mg/L}$  (E-vatten). (För vatten till bloddialys har Läkemedelsverket meddelat särskilda föreskrifter).

#### Miljö, allmänt.

Miljöeffekten av aluminium beror på att dess föreningar kan i någon mån lösas upp i försurade vatten. Halten i vatten varierar avsevärt med pH och halten humus (som i sin tur påverkar vattnets färgtal). Även den biologiska giftverkan varierar med dessa faktorer och även andra, som vattnets hårdhetsgrad.

I opåverkade sjöar har sambandet mellan aluminiumhalt ( i  $\mu\text{g/L}$ ) och färgtal angetts till (*NV 1989 i Rapport 3628*):

$$[\text{Al}] = 0,86 * \text{färgtal} + 19$$

Genom pH-sänkning löst aluminium kan åter falla ut vid nära neutralt pH, varvid svårösliga hydroxider bildas. Utfällningen kan ske på biologiska ytor (små vattenorganismer, fiskgälar) och skada eller döda organismen.

Lösliga aluminiumsalter reagerar surt eftersom aluminiumjonen i vattenlösning uppträder som en syra av ungefär samma styrka som ättiksyra.

Nordiskt förslag till klassificering av aluminium och dess föreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

#### Vattenmiljö.

VAV. ”Bedöms från fall till fall.”

Aluminiumsalter används som fällningskemikalie i många avloppsreningsverk. I sådana fall kan halten i slammet uppgå till 10%. Även jordpartiklar bidrar till att halten i slam i vart uppgår till några procent av TS.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Effekt på organismer.

Biologisk effekt beror starkt på faktorer som pH och vattnets hårdhet. I nämnda Rapport 3628 anges som lägsta skadenivå på fisk värden från 0,75 mg/L och för Daphnia från 0,3 mg/L (långtidsexponering 3 v).

### **Fysikaliska egenskaper.**

#### ◆ ALUMINIUM

CAS 7429-90-5                      Al                      Eng: Aluminium, i USA: Aluminum.

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
27,0	660 °C	2057 °C	2,70 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen löser sig under vätgasutveckling både i syra och bas. I luft täcks den av ett skyddande oxidskikt.

#### ◆ ALUMINIUMKLORID (hydratiserad)

CAS 7784-13-6                      AlCl<sub>3</sub>·6 H<sub>2</sub>O                      Eng: Aluminium chloride hexahydrate

Molvikt	Smältpunkt	Densitet
241,4	100 °C	2,40 kg/dm <sup>3</sup>

Anm. Smälter i sitt eget kristallvatten.

## ANTIMON

Antimon, Sb, har viss användning som legeringsmetall, mest med bly. Antimon är inget livsnödvärdigt element. Huvudsakligt oxidationstal är +3, men även +5 finns. Antimonoxid har användning i flamskyddsmedel.

### **Hälsa.**

AFS. Antimon och oxider, som Sb: NGV 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Antimonväte: NGV 0,05 ppm (0,3 mg/m<sup>3</sup>).

Dricksvatten. Otjänligt på hälsomässig grund vid 0,010 mg/L.

### **Miljö, allmänt.**

Bakgrundshalt i jord av storleksordningen 1 mg/kg TS.

I tre norrlandsälvar har uppmätts 0,05 - 0,08 µg/L (1965).

I havsvatten (Atlanten, ytvatten) uppges halten till 0,0003 mg/L.

Nordiskt förslag till klassificering av antimon och dess föreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### **Vattenmiljö.**

VAV. -

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Effekt på organismer.

Alg.	$EC_0 = 3,5 \text{ mg/L}$ , Scenedesmus, 96 h
Evertebrat.	$EC_0 = 9 \text{ mg/L}$ , Daphnia, 96 h
Fisk	$LC_{50} = 12 \text{ mg/L}$ (hårt vatten) $20 \text{ mg/L}$ (mjukt vatten), Pimephales promelas, 96 h

### **Fysikaliska egenskaper.**

#### ◆ ANTIMON

CAS 7440-36-0                      Sb                      Eng: Antimony

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
121,8	631 °C	1635 °C	6,68 kg/dm <sup>3</sup>

Ren metallisk antimon saknar praktisk användning.

#### ◆ ANTIMONYLKALIUMTARTRAT

Synonym: Kråkvinsten. Eng: Antimony potassium tartrate, tartar emetic  
CAS 304-61-0                       $KSbC_4H_4O_7 \cdot \frac{1}{2} H_2O$

Molvikt	Smältpunkt	Densitet	Löslighet
324,9	Anm 1	2,6 kg/dm <sup>3</sup>	80 g/L, 20 °C

Anm 1: Sönderdelas under avgivande av kristallvatten vid 100 °C.

## ARSENIK.

Grundämnet arsenik, As, förekommer i naturen mest bunden till tunga metaller i sulfidmineral. Det anses enligt nyare undersökningar vara ett essentiellt element för bl a människa. Det rena grundämnet har viss användning i legeringar (t ex i blyhagel). I föreningar uppträder det som positivt tre- eller femvärt. Arsenikföreningar används som träskyddsmedel (s k CCA-medel innehåller koppar, krom och arsenik), herbicider, i glastillverkning, som råvara för läkemedel och i div industrikemikalier. En viktig arsenikfyndighet finns i Skelleftefältet. Diarseniktrioxid,  $As_2O_3$ , är ett viktigt utgångsämne vid framställning av arsenikföreningar.

### **Hälsa.**

AFS. NGV 0,03 mg/m<sup>3</sup>. Anm: K. (Detta gäller arsenik och oorganiska arsenikföreningar utom arsenikväte, räknat som As.)

$LD_{50} = 15 \text{ mg/kg}$  ( råtta, via munnen, engångsdos, avser  $As_2O_3$ ).

Föreningar med trevärd arsenik är giftigare än de med femvärd.

Dricksvatten. Tjänligt med anmärkning på hälsomässig grund vid 0,010 mg As/L (A, E-vatten). Otjänligt vid 0,050 mg/L.

### Miljö, allmänt.

Medelhalt i jordskorpan är omkring 2 mg/kg, något högre i jord. I ytvatten är arsenat (femvärd arsenik) den viktigaste förekomstformen; i sediment och syrefattiga vatten ökar andelen arsenit och andra reducerade former.

I abborre och gädda från insjöar i N Sverige har uppmätts 0,08 mg/kg TS, från Bottenviken 0,2 mg/kg TS, i fisk från Kattegatt 10 - 30 mg/kg TS, och i blåstång från Östersjön cirka 20 mg/kg TS. Bioackumulerbarheten varierar kraftigt mellan olika föreningar av arsenik, samt mellan olika grupper och arter av djur och växter. För ryggradslösa djur i sötvatten är BCF typiskt omkring 100 - 200.

Bakgrundsvärden: i sötvatten 0,3 µg/L, i sediment 10 mg/kg TS, och i vattensmossa 2 mg/kg TS (*NV 1990 i AR 90:4*). Enligt *SNV 90:4* betecknas halt ≤ 0,2 µg/L som ”mycket låg” och halt >10 µg/L som ”mycket hög” i sötvatten. Halten är högre i saltvatten än i sötvatten (Östersjön cirka 0,7 µg/L, Nordsjön 1,5 µg/L). I högre växter är 1 - 2 mg/kg TS typisk halt.

Enstaka värde för rötat avloppsslam: 5 - 10 mg/kg TS.

Upptagen på ”40-listan” (*KemI 10/89*).

Nordiskt förslag till klassificering av arsenik och dess föreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön). (Även R58, Kan förorsaka skadliga långtidseffekter i miljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 1,0 g/m<sup>3</sup>.

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

Natriumarsenit, NaAsO<sub>2</sub>, inhiberar ammoniumoxidation: 10% vid 32 mg/L, 50% vid 292 mg/L.

### Effekt på organismer.

Alg            EC<sub>50</sub> = 1,7 - 4 mg As/L, fytoplankton, trevärd arsenik  
                  LC<sub>50</sub> = 0,007 mg As/L, *Fucus vesiculosus*, S Östersjön, femvärd arsenik.

Evertebrat LC<sub>20</sub> = 1 mg As/L, *Daphnia magna*, 7 d, avser As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Fisk            LC<sub>50</sub> = 1,1 mg As/L, *Esox*, 96 h, yngel, trevärd arsenik  
                  LC<sub>50</sub> = 100 mg As/L, *Lepomis*, 48 h, femvärd arsenik.

(Ytterligare delvis avvikande värden i *NV 1989, Rapport 3628*).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ ARSENIK.

CAS 7440-38-2                      As                      Eng: Arsenic

Molvikt	Smältpunkt	Densitet	Löslighet
74,92	sublimerar	5,73 kg/dm <sup>3</sup>	mkt låg

Den vanliga grå formen ( $\alpha$ ) angrips knappast av utspädda syror och baser.

#### ◆ DIARSENIKTRIOXID.

Synonym: Arseniktrioxid, vit arsenik. Eng: Arsenic trioxide, arsenous oxide, white arsenic.

CAS 1327-53-3                      As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Molvikt	Smältpunkt	Densitet	Löslighet
197,8	sublimerar	3,74 kg/dm <sup>3</sup>	21 g/L

Anm: Lösligheten är högre i syra eller i alkalihydroxid.

## BARIUM.

Barium, Ba, är inget livsnödvändigt (essentiellt) element. Några föreningar används som pigment. Bariumsulfat används även som kontrastmedel vid röntgenundersökning av mage och tarm. Barium kan ingå i tillsatsmedel för dieselolja.

### Hälsa.

AFS. Lösliga föreningar, som Ba: NGV 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

Dricksvatten. Riktvärde 0,1 mg/L.

### Miljö, allmänt.

Obetydlig effekt på växter, som vanligen innehåller mycket låga halter (undantag: paranötter).

Bakgrundshalt i havsvatten 5 µg/L (Atlanten, ytvatten)

Nordiskt förslag: Bör ej klassificeras som miljöfarligt (gäller barium och dess föreningar).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 100 g/m<sup>3</sup>.

Tysk vattenriskklass: 1 (viss risk). (Torde avse lösliga bariumföreningar).

### Effekt på organismer.

Evertebrat                      LC<sub>50</sub> = 14 mg/L, Daphnia, 48 h, BaCl<sub>2</sub>.

Fisk                              LC<sub>50</sub> > 500 mg/L, Cyprinodon variegatus

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ BARIUM

CAS 7440-39-3	Ba	Eng: Barium	
Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
137,3	729 °C	1637 °C	3,6 kg/m <sup>3</sup>

Reagerar med vatten under bildning av vätgas.

#### ◆ BARIUMSULFAT

CAS 7727-43-7	BaSO <sub>4</sub>	Eng: Barium sulfate	
Molvikt	Smältpunkt	Densitet	Löslighet
233,4	1580 °C	4,5 kg/dm <sup>3</sup>	3 mg/L

## BERYLLIUM.

Beryllium, Be, är en metall som i föreningar uppträder som en tvåvärt positiv jon, Be<sup>2+</sup>. Låg densitet och hög smältpunkt har gett den några speciella användningsområden, t ex inom raketeknik. I legering med koppar används den i mer vardagliga ting, som kontaktdon och fjädrar. Beryllium och dess föreningar har hög toxicitet (kan ersätta magnesium i enzym-system).

### Hälsa.

AFS: Beryllium och föreningar, som Be: NGV 0,002 mg/m<sup>3</sup>. Anm: **K, S**.

Dricksvatten: -

### Miljö, allmänt.

Odlingsförsök med näringslösning visar på höggradig giftighet gentemot växter; skada vid 1 mg/L i näringslösningen.

Nordiskt förslag till klassificering av beryllium och dess föreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV:-

### Effekt på organismer.

Alg. EC<sub>0</sub> = 0,03 mg/L, *Scenedesmus quadricauda*

Evertebrat LC<sub>50</sub> = 1,8 mg/L, *Daphnia magna*, 48 h

Fisk. LC<sub>50</sub> = 0,15 mg/L, *Pimephales promelas*, 96 h, BeCl<sub>2</sub>.



## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ BERYLLIUM

CAS 7440-41-7

Be

Eng: Beryllium, glucinium(föråldrat)

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
9,01	1278 °C	2970 °C	1,85 kg/dm <sup>3</sup>

Stabilt gentemot vatten.

### BLY.

Bly, Pb, förekommer sällsynt i fri form i naturen, men det viktigaste mineralet är blyglans, PbS. Det är inget livsnödvärdigt (essentiellt) element. Det har mycket mångsidig användning. Grundämnet i fri form används i ackumulatorbatterier och för mantling av kablar. En annan stor användning är i ammunition. Några oorganiska föreningar, t ex mönja, kromgult och blyvitt, används som pigment i rostskyddande färg. Blynaftenat och -oleat används som tillsats i färg (sickativ). Organiska blyföreningar som tetrametylbly (TML) och tetraetylbly (TEL) har (haft) stor användning som antiknackningsmedel i bensin. (Högsta tillåtna halt i Sverige sedan 1981 är 0,15 g/L.). Blyföreningar används även i plastvaror (UV-stabilisator) och i (kristall)glas.

Bly är i allmänhet tvåvärt i oorganiska föreningar (Pb<sup>2+</sup>), fyrvärt i organiska.

### Hälsa.

AFS. Bly och oorganiska blyföreningar: NGV 0,1 mg/m<sup>3</sup> (totaldamm), 0,05 mg/m<sup>3</sup> (respirabelt damm). Anm: R (metalliskt bly ej klassat som reproduktionsstörande).

Tetraetylbly och tetrametylbly: NGV 0,05 mg/m<sup>3</sup>. KTV 0,2 mg/m<sup>3</sup> (räknat som bly). Anm: H, R.

Tetraalkylbly omsätts så småningom i kroppen till oorganiskt bly, och utsöndras via urin och feces.

För bly finns biologiskt gränsvärde och särskilda anvisningar vid planering/ombyggnad, se AFS.

Toxiciteten hos bly var känd redan i antiken.

Dricksvatten. Otjänligt på hälsomässig grund vid 0,010 mg Pb/L.

I den mån bly påvisas i dricksvatten är orsaken oftast installationer i fastigheten. I äldre stadskärnor förekommer blyserviser. Nya PVC-rör kan innehålla stabiliserande blyföreningar och avge bly under några månader efter installationen.

### Miljö, allmänt.

Medelhalten i jordskorpan anges till 16 mg/kg, vilket också är medelhalten i svensk åkerjord. I mark bildas svårösligt sulfat, karbonat och fosfat. Rörligheten i jord är låg.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

Bakgrundsvärden: i sötvatten 0,4 µg/L, i sediment 10 resp 50 mg/kg TS (Norra resp SV Sverige), i vattenmossa 3 mg/kg TS (NV 1990, AR 1990:4). I sötvatten betecknas en halt ≤0,2 µg/L som ”mycket låg”, > 5 µg/L som ”mycket hög”.

Medianhalt i grundvatten (Sverige) angivet till 0,08 µg/L, men starkt avhängigt av pH.

Gränsvärde för bly i avloppsslam för jordbruksändamål är 200 mg/kg TS t o m år 1997, därefter 100 mg/kg TS. (SFS 1993:1271). Enligt SNFS 1994:2 begränsas användningen dessutom dels av att halten bly i aktuell åkermark inte får överskrida 40 mg/kg TS, dels av att tillförd mängd får vara högst 100 gram per hektar och år fr o m år 1995 och högst 25 gram fr o m år 2000 (kan räknas som medelvärde över sju år). Medelhalt i svenska avloppsslam från större verk cirka 50 mg/kg TS (1993).

Bly finns upptaget på ”40-listan” (KemI 10/89).

Nordiskt förslag till klassificering: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

(Även R 58, Kan orsaka skadliga långtidseffekter i miljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 1,0 g/m<sup>3</sup>.

Bly i avloppsvatten överföres till 80% eller mer till slammet i reningsverk.

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

Tröskelvärde för hämning av ammoniumoxidation har getts så olika värden som 0,5 mg/L till 20 mg/L.

Biokoncentrationsfaktor, BCF, har bestämts för tetraetyl- och tetrametylbly:

Organism	BCF, Tetraetylbly (TEL)	BCF, Tetrametylbly (TML)
Räka	650	20
Mytilus (mussla)	120	170
Rödspätta	130	60

(Avser exponering 96 h).

### Effekt på organismer.

Alg. EC<sub>50</sub> = 0,15 mg/L (Dunaliella, 48 h, TEL); 1,65 mg/L (d:o, TML).

EC<sub>50</sub> = <0,3 mg/L (Ankistrodesmus, 4 h, TEL)

Evertebrater. LC<sub>50</sub> = 0,45 mg Pb/L (Daphnia, 48 h, avser PbCl<sub>2</sub>).  
LC<sub>50</sub> = 0,1 mg Pb/L (Mytilus, 96 h, TEL); 0,27 mg Pb/L (d:o, TML).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

Fisk.  $LC_{50} = 1,47 \text{ mg/L}$  löst bly,  $471 \text{ mg/L}$  totalt bly, *Salmo gairdneri*, 96 h.  
 $LC_{50} = 0,2 \text{ mg Pb/L}$ , *Lepomis*, 96 h, TEL.

Mikrotox  $EC_{50} = 30 \text{ mg/L}$ , 15 min

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ BLY

CAS 7439-92-1                      Pb                      Eng: Lead

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
207,2	327 °C	1740 °C	11,3 kg/dm <sup>3</sup>

Metalliskt bly är beständigt och korroderar ej.

#### ◆ BLYKROMAT

CAS 1344-37-2                      PbCrO<sub>4</sub>                      Synonym: Kromgult. Eng: Lead chromate

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet	Löslighet
323,2	844 °C	sd	6,12 kg/dm <sup>3</sup>	<0,1 mg/L

#### ◆ TETRAETYLBLEY

CAS 78-00-2                      (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log K <sub>ow</sub>
323,4	-136 °C	198 °C	60 Pa/20 °C	1,66 kg/L	1 mg/L	3,0

Det är en färglös vätska med enligt uppgift angenäm lukt.

## BOR.

Bor, B, är en halvmetall som ej finns i fri form i naturen utan alltid bundet till syre (ofta tillsammans med kisel i silikater). Det är ett livsnödvändigt (essentiellt) ämne för växter. Borföreningar har begränsad användning: i laboratorieglass ("Pyrex"), i desinfektionsmedel, flamskyddsmedel och i speciallegeringar. Tvättmedel kan innehålla natriumperborat som blekmedel, och detta är den största användningen i Sverige.

### Hälsa.

AFS. Borax (=natriumtetraborat-dekahydrat, CAS 1303-96-4): NGV 2 mg/m<sup>3</sup>. KTV 5 mg/m<sup>3</sup>. Anm: H.

LD<sub>50</sub> = 5100 mg/kg (råtta, via munnen, som borsyra).

Dricksvatten. Riktvärde 1 mg/L.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Miljö, allmänt.

I de vanliga sädesslagen finns storleksordningen 1 mg B/ kg FV (=färskvikt); animalier har allmänt lägre borhalt. Oljeväxter och sockerbeta kräver cirka 10 gånger mer bor än stråsäd.

I havsvatten är halten omkring 4,5 mg/L. Sötvatten norr om Dalälven har haft <10 µg/L, söder därom finns halter upp mot 100 µg/L.

Avloppsvatten innehåller omkring 1 mg B/L, och bor binds endast obetydligt till slam utan passerar ut till recipienten. Enligt en äldre uppgift är borhalten i slam cirka 10 - 40 mg/kg TS (*Sjökvist 1985 i SLL Meddel. 52*).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 10 g/m<sup>3</sup> (som bor).

Bor från tvättmedel föreligger i avloppsvatten som borat.

Tysk vattenriskklass: 1 (viss risk) (Avser borsyra).

### Effekt på organismer.

Det finns många och delvis motstridiga uppgifter rörande giftigheten hos bor mot vattenlevande organismer.

Alg. IC<sub>50</sub> = 190 mg/L, Scenedesmus, 72 h, som H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

Evertebrat LOEC = 34 - 77 mg/L, Daphnia, 21 d, som H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

Fisk. LC<sub>50</sub> = 8 mg B/L, Gambusia affinis, 48 h, tillfört som Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.  
LC<sub>10</sub> > 1 mg B/L, Salmo gairdneri

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ BOR

CAS 7440-42-8.	B	Eng: Boron	
Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
10,81	2300 °C	2550 °C	2,34 kg/dm <sup>3</sup>

Ren bor, som bildar mörka, mycket hårda kristaller, saknar praktisk användning.

#### ◆ NATRIUMPERBORATTETRAHYDRAT

CAS 10486-00-7	NaBO <sub>3</sub> ·4 H <sub>2</sub> O	
Molvikt	Smältpunkt	Löslighet
153,9	63 °C, sd	25 g/L, 20 °C

### Beskrivning.

Vitt luktfritt pulver.

### Användning.

Perborat innehåller en peroxidgrupp, som ger en blekande effekt. Tetraboratet används mest, men även monohydratet (dvs med ett kristallvatten). För effektiv verkan krävs att

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

temperaturen överstiger 55 °C, annars får klorbaserade medel användas. Om en aktivator som TAED (tetraacetyletylendiamin) används reagerar perborat med denna och bildar perättiksyra, som bleker redan vid 40 °C.

### Miljö.

I avloppsvatten har perborat reagerat till borat och miljöegenskaperna är desamma som anförts ovan för bor.

## FLUOR

Det rena grundämnet fluor, F, är en ytterst reaktiv gas med sammansättningen F<sub>2</sub>. Viktiga fluorföreningar är kryolit, Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>, som används för framställning av aluminium, och kalciumfluorid (flusspat), CaF<sub>2</sub>, med användning inom metallindustri. Grundämnet och fluorväte, HF, används vid tillverkning av fluorinnehållande polymerer, t ex Teflon. Freoner innehåller fluor. Natriumfluorid, NaF, och natriumfluorofosfat, Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>F, används i tandkräm. Råfosfat (till fosforgödselmedel) innehåller ett par procent fluor, som till dels bortgår vid syrauppslutning, till dels blir kvar i gödselmedlet.

Fluor är ett livsnödvändigt ämne för djur.

### Hälsa.

AFS. Fluor: NGV 0,1 ppm (0,2 mg/m<sup>3</sup>). KTV 0,3 ppm (0,5 mg/m<sup>3</sup>).

Fluorider inkl fluorväte: NGV 2 mg/m<sup>3</sup>.

Fluorväte: TGV 2 ppm (1,7 mg/m<sup>3</sup>).

Dricksvatten. Tjänligt med anmärkning på hälsomässig grund vid 1,3 mg/L (A, E-vatten). Otjänligt vid 6,0 mg/L.

Vid bedömning bör dessutom information ges om kariesskydd, fluorosrisk och vattenkonsumtion.

Optimal halt ur tandvårdssynpunkt är 0,8 - 1,2 mg/L.

### Miljö, allmänt.

Halten löst fluor i svenska sötvatten är typiskt 0,1 - 0,2 mg/L. Vatten från jordborrade brunnar ger sällan tillräcklig kariesprofylax (medianhalt 0,2 mg/L), medan bergbrunnar har högre halt (medianvärde 0,8 mg/L). I havsvatten är halten 1,3 mg/L.

Totala fluorhalten i svenska jordar sträcker sig från <100 till 700 mg/kg TS. Fluor binds hårt till lerpartiklar i mark. Fluor i mark har knappast någon giftverkan gentemot växter, vilket däremot luftburet fluor har. Vissa växter kan bilda fluoracetat, som är giftigt för däggdjur. Hos djur anrikas fluor främst i skelettet.

Bioackumulering påvisad hos fisk och musslor.

Fluorider är upptagna på "40-listan" (*KemI 10/89*).

Nordiskt förslag till klassificering av fluor och dess föreningar: R 51/53 (Giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde  $10 \text{ g/m}^3$  (som F).

Tysk vattenriskklass: 1 (viss risk). (Avser HF, NaF,  $\text{KHF}_2$ ).

### Effekt på organismer.

Alg.  $\text{EC}_{50} = 2 \text{ mg F/L}$ , Chlorella, 48 h

Evertebrat.  $\text{EC}_{50} = 98 \text{ mg F/L}$ , Daphnia, i form av NaF  
 $\text{EC}_{50} = 5 \text{ mg Na}_3\text{AlF}_6/\text{L}$ , Daphnia

Fisk.  $\text{LC}_{50} = 2,6 - 6 \text{ mg F/L}$ , Salmo gairdneri, 10 d  
 $\text{LC}_{50} = 2,7 - 4,7 \text{ mg F/L}$ , Salmo gairdneri, 20 d

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ NATRIUMFLUORID

CAS 7681-49-4

NaF

Eng: Sodium fluoride

Molvikt

Smältpunkt

Kokpunkt

Densitet

Löslighet

42,0

$992 \text{ }^\circ\text{C}$

$1704 \text{ }^\circ\text{C}$

$2,79 \text{ kg/dm}^3$

$42 \text{ g/L } 20 \text{ }^\circ\text{C}$

## FOSFOR

Fosfor finns ej i fri form i naturen utan som positivt femvärt i fosfater. Elementet finns i flera former, som den vita reaktiva formen och den mera stabila röda formen.

Fosfor är ett livsnödvärdigt element för såväl djur som växter och är jämte kväve och kalium ett huvudnäringssämne i handelsgödselmedel. Fosfater ingår i organismers arvs massa (DNA), i ämnen som reglerar energiomsättningen (ATP m fl), och tillsammans med kalcium i skelettet. En vuxen människa omsätter dagligen cirka 1,5 gram fosfor, som till ungefär 2/3 delar utsöndras via urin, resten via feces.

Fosfater har låg giftighet, men flera organiska fosforföreningar är ytterst giftiga.

### Hälsa.

AFS. Fosforsyra, dimma: NGV  $1 \text{ mg/m}^3$ . KTV  $3 \text{ mg/m}^3$ .

Fosforväte NGV 0,3 ppm ( $0,4 \text{ mg/m}^3$ ). KTV 1 ppm ( $1,4 \text{ mg/m}^3$ ).

### Dricksvatten.

Tjänligt med anmärkning på teknisk grund vid  $0,20 \text{ mg/L}$  fosfat-fosfor (A- och E-vatten).

### Miljö, allmänt.

Halt i havsvatten  $1,5 \text{ } \mu\text{g/L}$  (ytvatten, Atlanten. Halten varierar starkt med djupet).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

Fosfatjonen i oorganiska fosfater har mycket låg giftighet och innebär i sig normalt ingen risk för skada. Organiska estrar av fosforsyra kan vara ytterst toxiska och flera används som insektgift.

Fosfor är i regel det begränsande näringsämnet för växtproduktionen i sötvatten. NV har gjort en klassindelning av sötvatten med fem klasser för totalfosfor.

<7,5 µg/L ("mycket näringsfattigt), 7,5 - 15µg/L, 15 - 25µg/L, 25 - 50 µg/L och >50 µg/L ("mycket näringsrikt").

I mellansvenska jordbruksområden (Västgötaslätten, Mälardalen, Närke-slätten) är fosforhalten omkring 100 µg/L, och i sv Skåne påträffas ännu högre halter. Som schablonvärden för mängder i hushållsspillvatten gäller: i BDT-vatten 0,6 g/p/d, i urin 1,0 g/p/d, i feces 0,5 g/p/d (NV 1995, 4425). I avloppsslam vid större anläggningar är medelhalten 3,0 % (NV 1995, 4423).

### ◆ FOSFATER.

Natriumpolyfosfat (eg pentanatriumtripolyfosfat),  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ , är den vanligaste avhårdaren i tvättmedel i Sverige. Även difosfatet, vanligen i form av kaliumsaltet ("kaliumpyrofosfat",  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) har sådan användning. Enkla (mono)fosfat, "ortofosfat", har också stor teknisk användning. Polyfosfat hydrolyseras till monofosfat, varvid hastigheten varierar starkt med pH och temperatur. Fosformängden i kommunalt avloppsvatten utgörs f n (1995) till knappt 1/3 av sådant "tekniskt fosfor", och har minskat. År 1988 beräknades mängden fosfor från tvättmedel till 1,1 g/p/d, för att 1992 vara nere i 0,4 g/p/d. Nu är värdet troligen ännu något lägre (NV 1995 i 4425).

Fosfor avlägsnas till minst 90%, ofta >95% i avloppsreningsverk genom fällning med aluminium- eller järnsalt (klorid, sulfat). I reningsverk med sk biologisk fosforreduktion behövs endast en liten dos av fällningskemikalie.

VAV. Något gränsvärde finns ej. Typisk halt i inkommande avloppsvatten är 5 - 10 mg/L.

Trinatriumfosfat och pentanatriumtrifosfat har båda tysk vattenriskklass 1 (viss risk).

### ◆ FOSFONATER.

Fosfonsyror är organiska derivat av fosforsyrlighet,  $\text{R-P(O)(OH)}_2$ , där R är en organisk grupp. Salterna kallas fosfonater. De är goda komplexbildare och motverkar korrosion. De används ofta i kylvattensystem; i Europa även i tvätt/rengöringsmedel. Ett exempel är nitrilotri(metylenfosfonsyra) (CAS 6419-19-8; salt med natrium CAS 2235-43-0), i handeln även benämnt NTPO eller ATMP. De är mycket lösliga i vatten. De är stabila i naturliga vatten, även om en långsam nedbrytning kan ske under inverkan av ljus. De adsorberas starkt på partiklar i jord och sediment, och har därför låg rörlighet i mark. I

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

avloppsreningsverk binds de till slammet i det biologiska steget. De är inte lätt nedbrytbara.

Enligt det nordiska förslaget till miljöklassning bör 1-hydroxietandifosforsyra (CAS 2809-21-4) ej klassificeras som miljöfarligt.

Effekt på organismer (värdena avser NTPO,  $N(CH_2-PO_3H_2)_3$ )

Alg	$EC_{50} = 20 \text{ mg/L}$ , Selenastrum, 96 h
Evertebrat	$EC_{50} = 300 \text{ mg/L}$ , <i>Daphnia magna</i> , 48 h
Fisk	$LC_{50} = 160 \text{ mg/L}$ , <i>Salmo gairdneri</i> , 96 h

### ◆ FOSFATESTRAR.

Organiska estrar av fosforsyra används som mjukgörare med flamskyddande egenskaper, som hydraulvätskor, och som ersättare för PCB, särskilt vid höga temperaturer. Lösligheten i vatten är låg ( storleksordning mg/L) och de är potentiellt bioackumulerbara.

### ◆ TRIFENYLFOSFAT.

CAS 115-86-6       $C_{18}H_{15}PO_4$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
326,3	50 °C	ca 240 °C	<10 Pa	1,2 kg/dm <sup>3</sup>	0,7 mg/L	3,2 - 4,8

### **Användning.**

Huvudsakligen som mjukgörare i plaster, men även som tensid och flamskyddsmedel. Kan ingå i hydrauloljor och cellulosaprodukter.

### **Miljö, allmänt.**

Kan hydrolyseras, och hastigheten ändras med pH: halveringstid 1,3 d vid pH = 9,5, 7,5 d vid pH = 8,2 och 21 d vid pH = 7,0 ( och temperatur omkring 23 °C).

Aerob nedbrytning: 62% på 7 d, 82% på 28 d. I avloppsreningsverk med biologisk behandling 99% reduktion. Ämnet är påvisat vid enstaka tillfällen i slam från svenska reningsverk (VAV 1989, M68 ).

Viss bioackumulering påvisad (BCF = 180 - 280, *Salmo gairdneri*, 90 d, genomflöde).

Nordiskt förslag till klassificering: R50/53 (Mycket farligt för vattenorganismer, kan förorsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### **Vattenmiljö.**

VAV. -



## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Effekt på organismer.

Alg.  $IC_{50} = 0,26$  mg/L, Ankistrodesmus,  $CO_2$ -fixering.  
 $IC_{50} = 0,5$  mg/L, Scenedesmus,  $CO_2$ -fixering

Evertebrat.  $LC_{50} = 0,3 - 0,4$  mg/L, Daphnia

Fisk.  $LC_{50} = 0,3$  mg/L, Salmo gairdneri, 96 h  
 $LC_{50} = 0,66$  mg/L, Pimephales, 96 h.

## JÄRN.

Järn, Fe, är det fjärde vanligaste element i jordskorpan. Uppträder vanligen som två- eller trevärt positiv jon. Dess tekniska betydelse är för väl känd för att beröras här. Det är ett livsnödvärdigt element för såväl djur som växter. Järn behövs bl a för klorofyllbildningen hos gröna växter, och ingår i flera enzymsystem och i hemoglobin hos däggdjur.

Järn(II eller III) klorid eller -sulfat är av Livsmedelsverket godkända processkemikalier för fällning och koagulering av dricksvatten. De har motsvarande användning för rening av avloppsvatten från främst fosfor.

### **Hälsa.**

AFS. Järnoxid, respirabelt damm, som Fe: NGV  $3,5$  mg/m<sup>3</sup>.

Dricksvatten. Vid vattenverk: Riktvärde  $0,05$  mg/L, tjänligt med anmärkning på teknisk grund vid  $0,10$  mg/L.

Vid tappställe efter spolning: anmärkning på estetisk och teknisk grund vid  $0,20$  mg/L (A-vatten) resp  $0,50$  mg/L (E-vatten).

Vid tappställe utan spolning: anmärkning som ovan vid  $1,0$  mg/L (A- och E-vatten).

### **Miljö, allmänt.**

Halt i Östersjön  $1 - 63$  µg/L. I havsvatten  $0,1$  µg/L (Atlanten, ytvatten).

Lösliga järnsalter har starkt sur reaktion av samma skäl som aluminiumsalter.

### **Vattenmiljö.**

VAV. "Bedöms från fall till fall."

Järnhalten i avloppsslam uppgår oftast till flera procentenheter av TS, och omkring  $10\%$  om järnsalter används som fällningskemikalie.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ JÄRN

CAS 7439-89-6

Fe

Eng: Iron

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
55,85	1535 °C	3000 °C	7,86 kg/dm <sup>3</sup>

Korroderar, ”rostar”, under inverkan av fukt och luftsyre, varvid hydratiserade oxider bildas.

## KADMIUM

Kadmium, Cd, förekommer inte i fri form i naturen. Uppträder vanligen som tvåvärt positiv jon, Cd<sup>2+</sup>. Finns som ”förorening” i zinkmineral och utvinnes i samband med upparbetning av zinkmineral. Kadmiumföreningar används för ytbehandling (elektrolytisk kadmiering), som stabilisator i PVC-plaster, i färgpigment, i batterier, och som legeringsmetall. Det är inget essentiellt element.

Förbud gäller mot import och användning av varor i vilka kadmium använts för ytbehandling, som stabilisator eller färgämnen (*SFS 1985:839*, *SNFS 1987:5*)

Kadmium förekommer i höga halter (> säg 50 mg kadmium per kilo fosfor) i sedimentära fosformineral och tillföres därmed åkermark vid fosforgödsling. (Kadmium frånges ej vid de vanliga processerna vid upparbetning av råfosfat till handelsgödsel). Apatiter, som finns bl a i de svenska malmfälten och på Kolahalvön, har mycket lägre kadmiuminnehåll (< 1 mg/kg fosfor), men vissa apatiter har höga halter arsenik.

”Miljöavgift” utgår på kadmium i handelsgödsel med f n 30 kr per gram kadmium, förutsatt att kadmiumhalten överskrider 50 g/ton fosfor. Saluförbud gäller om halten överstiger 100 g/ton fosfor (*SFS 1985:839*).

### Hälsa.

AFS. NGV 0,05 mg/m<sup>3</sup> (totaldamm); 0,01 mg/m<sup>3</sup> (respirabelt damm). (Detta gäller kadmium och oorganiska kadmiumföreningar, räknat som kadmium).

Anm: **K**.

För kadmium finns biologiskt gränsvärde, se AFS.

Omsättningen av kadmium hos varmblodiga djur sker mycket långsamt med biologiska halveringstider av storleksordningen år. Hos varmblodiga djur sker en upplagring i njurbarken.

Dricksvatten. Anmärkning på hälsomässig grund vid 0,001 mg/L (A, E).

Otjänligt vid 0,005 mg/L.

### Miljö, allmänt

Medelhalt i jordskorpan är 0,1 - 1 mg/kg. Sedimentära bergarter kan ha betydligt högre halt. Medelvärdet för 363 svenska jordar var 0,22 mg/kg, vilket motsvarar 0,5 kg per hektar mark från markytan till 25 cm djup. (Data för svensk åkermark i *NV Rapport 4450, 1995*). Medelkoncentrationen i markvätska från sydsvensk skogsmark varierar mellan 0,3 och 3 µg/L med högsta värden vid 6 µg/L. Kadmium är mer lättrörligt än många andra tungmetalljoner i mark.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

I blad av högre växter är halten i allmänhet under 1 mg/kg TS. (Av WHO föreslaget gränsvärde för vetekärna är 0,1 mg/kg TS, jfr *SOU 1992:14.*)

Bakgrundsvärde i sötvatten är 0,03 µg/L, i sediment 0,4 mg/kg TS, och i vattenmossa 0,5 mg/kg TS (*NV 1990, AR 1990:4*). (Nyare data pekar på att värdet för sötvatten bör sättas till 0,01 µg/L, *NV Rapport 4135, 1993*).

I havsvatten 0,001 µg/L (Atlanten, ytvatten)

Gränsvärdet för kadmium i avloppsslam för jordbruksändamål är 2 mg/kg TS (dock tillåts 4 mg/kg TS t o m år 1997). (*SFS 1993:1271.*) Typisk halt är 1,4 mg/kg TS (1993).

Enligt *SNFS 1994:2* begränsas användningen av slam på åkermark dels av att halten i marken får vara högst 0,4 mg/kg TS, dels av att tillförd mängd kadmium får vara högst 1,75 g per hektar och år fr o m 1995 och högst 0,75 g/ha och år fr o m år 2000 (kan räknas som medelvärde av sjuårsgiva).

Kadmium är upptaget på "40-listan" (*KemI 10/89*).

Nordiskt förslag till klassificering av kadmium och dess föreningar: R50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 0,005 g/m<sup>3</sup>. (Detta värde torde i allmänhet ligga över vad som är förenligt med ett slam som klarar gränsvärdena ovan).

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

Kadmium anrikas från vattenfas till slamfas i reningsverk, och > 70% av inkommande kadmium hamnar i slammet.

Upptag av kadmium till vattenlevande djur påverkas starkt av vattnets salthalt. I salt vatten föreligger kadmium som kloridkomplex med låg biologisk tillgänglighet. Giftigheten är också högre i mjukt än i hårt vatten. I fisk ansamlas kadmium i njurar, gälar och tarmkanal, men inte i muskulaturen.

Tröskelvärde för hämning av ammoniumoxidation är 5 - 10 mg/L.

### Effekt på organismer.

Alger LOEC = 0,05 mg/L, *Selenastrum*, i form av CdCl<sub>2</sub>.  
EC<sub>50</sub> = 3,7 mg/L, *Chlorella vulgaris*, 96 h, tillväxthämning, i form av CdCl<sub>2</sub>.

Evertebrater LC<sub>50</sub> = 0,065 mg/L, *Daphnia*, 48 h, avser CdCl<sub>2</sub>  
LC<sub>50</sub> = 1,2 mg/L resp 3 - 10 mg/L, *Crangon*, 48 h, brackvatten resp marint vatten, avser CdCl<sub>2</sub>.

Fisk LC<sub>50</sub> = 0,007 mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h, genomflöde, avser Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN

Mikrotox  $EC_{50} = 19 - 22 \text{ mg/L}$ , 15 min.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ KADMIUM

CAS 7440-43-9	Cd	Eng: Cadmium	
Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
112,4	321 °C	765 °C	8,64 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen är löslig i syra men ej i alkali.

#### ◆ KADMIUMKLORID

CAS 10108-64-2	CdCl <sub>2</sub>	Eng: Cadmium chloride	
Molvikt	Smältpunkt	Densitet	Löslighet
183,3	568 °C	4,04 kg/dm <sup>3</sup>	1,4 kg/L, 20 °C

## KALCIUM.

Kalcium, Ca, är ett mycket vanligt element (4 - 5%) i jordskorpan, och ingår i åtskilliga mineral som en tvåvärt positiv jon, Ca<sup>2+</sup>. Människans skelett består i huvudsak av ett kalciumfosfat, Ca<sub>5</sub>(OH,F)(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, och musselskal och fågelägg av kalciumkarbonat, CaCO<sub>3</sub>.

### Hälsa.

AFS. Kalciumoxid NGV 2 mg/m<sup>3</sup>. KTV 5 mg/m<sup>3</sup>.

Dricksvatten. Riktvärde 20 - 60 mg/L. Anmärkning på teknisk grund vid 100 mg/L (A-vatten).

Total hårdhet: Anmärkning på teknisk grund vid 15 °dH (A- och E-vatten).

Kalciumjonen spelar oftast störst roll för hårdheten hos vatten, därefter magnesium. I Sverige uttrycks vattenhårdhet i "tyska grader", °dH, varvid 1 °dH motsvarar 10 mg CaO (=7,1 mg Ca) per liter vatten. Ekvivalent därmed är 7,2 mg MgO (=4,3 mg Mg). I svensk standard (SS 028121/2) anges omräkningsfaktorer mellan olika sätt att ange hårdhet. I USA anges hårdhet i mg CaCO<sub>3</sub>/L, varvid 1 °dH motsvarar 17,8 USA-enheter.

Kalciumhydroxid (släckt kalk), kalciumoxid (bränd kalk), kalciumkarbonat (kalksten, marmorkross, krita), kalciummagnesiumkarbonat (dolomit) samt kalciumkarbonatmagnesiumoxid (halvbränd dolomit) är godkända processkemikalier för pH-justering och alkalisering av dricksvatten.

### Miljö, allmänt.

Några direkta negativa miljöeffekter av kalcium kan knappast bli aktuella.

Halten i havsvatten uppgår till 400 mg/L (Atlanten, ytvatten).

### Vattenmiljö.

VAV. -

Kalciumhalt i slam från avloppsreningsverk är några procent av TS; väsentligt högre om slammet stabiliseras genom tillsats av osläckt kalk.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ KALCIUM

CAS 7440-70-2                      Ca                      Eng: Calcium

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
40,08	845 °C	1490 °C	1,54 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen reagerar med vatten under bildning av vätgas.

### KALIUM.

Kalium, K, uppträder alltid i naturen som envärt positiv jon, K<sup>+</sup>. Det är ett livsnödvändigt element för såväl djur som växter. Ingår (som KCl eller K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) i många handelsgödselmedel.

### Hälsa.

AFS. -

Dricksvatten. Anmärkning på teknisk grund vid 12 mg/L (A- och E-vatten).

### Miljö, allmänt.

Några direkta negativa miljöeffekter av kalium kan knappast bli aktuella. I avloppsreningsverk följer kalium vattenfasen till recipient. Halten kalium i slam är därför låg, ca 0,1 - 0,5 % (av TS). Som schablonvärden för mängder i hushållsspillvatten kan gälla: i BDT-vatten 0,5 g/p/d, i urin 2,5 g/p/d, i fekalier 1,0 g/p/d (*NV 1995 i Rapport 4425*).

Halt i havsvatten 380 mg/L (Atlanten).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 1500 g/m<sup>3</sup>.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ KALIUM

CAS 7400-09-7                      K                      Eng: Potassium

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
39,1	63,6 °C	774 °C	0,862 kg/dm <sup>3</sup>

Metalliskt kalium reagerar häftigt med vatten under vätgasutveckling.

### KISEL.

Kisel, Si, är det näst syre vanligaste grundämnet i jordskorpan. Det uppträder i miljön alltid som fyrvärt positivt i silikater, t ex kvarts,  $\text{SiO}_2$ .

#### Användning.

S k natriummetasilikat ingår ofta i tvättmedel. Det utgör den viktigaste rengörande beståndsdel i maskintvättmedel, och har dessutom en korrosionshämmande verkan. Det äldre namnet "metasilikat" motsvarar sammansättningen  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , medan ortosilikat är  $\text{Na}_2\text{SiO}_4$ .

Zeoliter är natrium-aluminiumsilikater som finns i ett stort antal varianter, både naturliga och syntetiska. De har en porös struktur och kan minska vattens hårdhet genom att binda kalciumjoner i sina porer (jonbyte mot natrium). De kan även binda andra metalljoner, särskilt bly. De är inte biologiskt nedbrytbara, men vid  $\text{pH} < 5$  kan de hydrolyseras till aluminiumhydroxid och -silikat. Ett tvättmedel kan typiskt innehålla 20% zeolit, vilket leder till att halten i spillvatten kan uppskattas till mellan 10 och 50 mg/L, beroende på vattnets hårdhet. Zeolitpartiklarna beter sig som lerpartiklar och avskiljes i hög grad i slammet (*NV 1992 i "Rena fakta"*). En mycket använd syntetisk zeolit är zeolit A (CAS 1344-00-9).

Silikoner är en grupp organiska kiselföreningar med stor användning som smörjmedel, hydraulvätskor, dielektrika (PCB-ersättare), skumdämpare, bilputsmedel osv.

#### Hälsa.

##### Dricksvatten.

Halten kisel syra saknar teknisk eller hälsomässig betydelse, och gränsvärden finns ej.

Natriumsilikat är godkänd kemikalie för fällning och koagulering av dricksvatten.

#### Miljö, allmänt.

För högre djur är kisel ett livsnödvändigt spårämne, men vissa "lägre" organismer som radiolarier kräver högre halter. I vatten blir kisel tillväxtbegränsande för kiselalger vid cirka 0,1 mg/L. I svenska ytvatten är halten dock normalt en storleksordning högre. Havsvatten håller i medeltal 3,1 mg Si/L.

I brunnsvatten är medianhalten 13 mg/L för jordbrunnar och 15 mg/L för bergbrunnar, räknat som  $\text{SiO}_2$ .

#### Vattenmiljö.

##### VAV.-

Några direkta negativa miljöeffekter av kisel torde normalt ej föreligga.

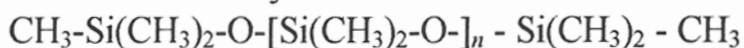
Zeoliter uppvisar ingen direkt giftverkan ( $\text{LC}_{50}$  resp  $\text{EC}_{50}$  överstiger 180 mg/L för alg, bakterier och fisk). Observerade effekter vid höga halter har beskrivits som orsakade av att vattnet grumlats av zeoliten. De bidrar till att öka mängden avloppsslam.

Sand (kiseldioxid, kvarts, kvartsmjöl) används som fyllmedel/slipmedel och har i vattenmiljö liknande egenskaper som zeoliter har. Dock är det mycket beständigt gentemot hydrolysis.

◆ **SILIKONER.**

Silikoner består av kiselpolymerer med allmän formel  $(\text{OSiR}_2)_n$ , där R är en kolväterest och  $n$  ett stort tal. De är hydrofoba vätskor med mycket låg vattenlöslighet, är värmebeständiga, elektriskt isolerande, och har god smörjeffekt. De finns ej naturligt och beter sig inte som organiska ämnen. De bioackumuleras ej, utan fastnar fullständigt på sedimentpartiklar och blir bestående komponenter däri. De har ingen effekt på fisk eller andra vattenlevande organismer och betraktas som ogiftiga. Troligen är de mycket beständiga. Det saknas dock data för att kunna bedöma miljöfarligheten.

Som exempel kan nämnas PDMS, polydimetylsiloxan (CAS 9016-00-6), som används i stor volym:



**Fysikaliska egenskaper.**

◆ **KISEL**

CAS 7440-21-3                      Si                      Eng: Silicon

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
28,1	1420 °C	2477 °C	2,33 kg/dm <sup>3</sup>

Elementet är stabilt i luft och vatten.

**KLOR**

Grundämnet klor, symbol Cl, finns i naturen enbart som den negativt laddade kloridjonen, Cl<sup>-</sup>. Klor i form av kloridjon är livsnödvändigt för djur. Tekniskt används klorföreningar med högre oxidationstal, liksom klor i fri form (klorgas). Av särskilt intresse i vattentekniska sammanhang är hypoklorit (ClO<sup>-</sup>) och klorat (ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

För blekning vid tvätt- och rengöring samt för desinfektion används även organiska ämnen som i vattenlösning sönderfaller under bildning av hypoklorit. Exempel är di- och trikloroisocyanursyra eller deras salter (CAS 51580-86-0 resp 87-90-1).

För blekning av pappersmassa har klordioxid ersatt klorgas. Därvid bildas klorat som biprodukt, och klorat är mycket giftigt för brunalger.

**Hälsa.**

AFS. Följande oorganiska klorföreningar finns upptagna.

Ämne	CAS	NGV		TGV		KTV	
		ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
Klor	7782-50-5	0,5	1,5	1	3		
Klorcyan	506-77-4	0,1	0,3			0,3	0,8
Klordioxid	10049-04-4	0,1	0,3			0,3	0,8
Klorväte	7647-01-0			5	8		

Dricksvatten. Klor, total aktiv: Anmärkning på estetisk grund vid 0,4 mg/L (A- och E-vatten). Anmärkning på hälsomässig och estetisk grund vid 1,0 mg/L (A- och E-vatten).

Klorid: Anmärkning på teknisk grund vid 100 mg/L (A- och E-vatten). Anmärkning på estetisk och teknisk grund vid 300 mg/L (A- och E-vatten).

Klor, natriumhypoklorit, kalciumhypoklorit och klordioxid är av Livsmedelsverket godkända processkemikalier för desinfektion och oxidation av dricksvatten. Klor (hypoklorit) har kraftig bakteriedödande effekt och ger också långtidseffekt. Natriumklorid får användas för regenerering av jonbytare.

Hypoklorit reagerar med ammoniak (eller ammoniumförening) under bildning av kloramin, NH<sub>2</sub>Cl. Kloramin har svagare bakteriedödande effekt, men god långtidsverkan.

Klordioxid har god bakteriedödande effekt, men dålig långtidsverkan. Klordioxid är i ren form en explosionsbenägen gas, men dess vattenlösning är tämligen stabil. Vid vattenverk framställs ämnet på plats genom att låta en natriumkloridlösning reagera endera med klorgas eller med saltsyra (*Lindgren m fl, 1993, i VA- Forsk 1993-05*). Klordioxiddesinfektion har en positiv effekt på lukt och smak på en del vatten.

I vissa maskindiskmedel och rengöringsmedel för sanitetsbruk kan förekomma organiska ämnen som i vattenlösning bildar hypoklorit. Exempel är di- och trikloroisocyanurat som syra eller natrium- eller kaliumsalt.

**Miljö, allmänt.**

Halt i havsvatten är 1,8% (vikt), i jordskorpan 0,05%.

”Klorföreningar” omfattar ämnen med vitt skilda egenskaper och de måste bedömas enskilt eller som väl avgränsade grupper. Oorganiska klorider utgör den största användningen av klorföreningar och deras miljöegenskaper är lättare att överblicka än de organiska klorföreningarnas. Dessa behandlas i avsnitt 11.

Nordiskt förslag till klassificering av klor och natriumhypoklorit: R 50 (Mycket giftigt för vattenorganismer).



## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde fri klor  $1,0 \text{ g/m}^3$ ; klorid  $2500 \text{ g/m}^3$ .

Klorat ( $\text{ClO}_3^-$ ) inhiberar oxidation av ammonium och nitrit. Inhiberingen är 75% vid  $2400 \text{ mg/L}$  (ammoniumoxidation) resp vid  $14 \text{ mg/L}$  (nitritoxidation).

### Effekt på organismer, hypoklorit.

Alg  $\text{IC}_{50} = 0,4 \text{ mg/L}$ , *Dunatiella primolecta*, 24 h

Evertebrat.  $\text{EC}_{50} = 0,005 \text{ mg/L}$ , *Daphnia*, 2 h

Fisk.  $\text{LC}_{50} = 0,28 \text{ mg/L}$ , *Salmo gairdneri*, 2h, pH 6,5.

### ◆ NATRIUMHYPOKLORIT

Natriumhypoklorit,  $\text{NaClO}$ , CAS 7681-52-9, finns inte i fri form utan saluföres som en svagt gulgrön lösning med starkt alkalisk reaktion (pH = 13) och innehållande cirka 12% fri klor. Lösningen sönderfaller spontant till syrgas och natriumklorid. Vid pH-sänkning utvecklas klorgas. Lösningen stelnar vid  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$  och har densiteten  $1,2 \text{ kg/L}$ .

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ KLOR

CAS 7782-50-5  $\text{Cl}_2$  Eng: Chlorine

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Löslighet
70,9	$-101 \text{ }^\circ\text{C}$	$-34,6 \text{ }^\circ\text{C}$	ca $10 \text{ g/L}$

Klor är en gulgrön gas med mycket irriterande inverkan på andningsvägarna. (Använd som stridsgas). Vattenlösningen är inte stabil.

## KOBOLT.

Kobolt, Co, är en metall med stor teknisk användning i legeringar. Det ingår också i pigment, katalysatorer och keramiska material. I naturen uppträder det som positivt två- eller trevärt. Det är ett essentiellt ämne för djur, möjligen även för växter. (Ingår i vitamin B12).

### Hälsa.

AFS. Kobolt och oorganiska koboltföreningar: NGV  $0,05 \text{ mg/m}^3$ . Anm: S.

Dricksvatten. -

### Miljö, allmänt.

Medelhalt i svensk åkerjord är omkring  $5 \text{ mg/kg TS}$ .

Bakgrundshalt i sötvatten (Norrländ) är  $<0,2 \text{ } \mu\text{g/L}$  (NV 1993 i Rapport 4135).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

Kobolt anrikas i måttlig grad från vattenfas till slamfas i avloppsreningsverk. Av med vattnet inkommande mängd återfinnes 30 - 60% i slammet. Typisk halt i slam är 5 - 20 mg/kg TS.

Skador på växter pga för hög kobolthalt har observerats, liksom sjukdom hos boskap pga för låg halt i födan.

Nordiskt förslag till klassificering av kobolt: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### **Vattenmiljö.**

VAV. Gränsvärde 1,0 g/m<sup>3</sup>.

Vissa sötvattensplankton kan anrika kobolt, BCF 1500 - 15000.

### Effekt på organismer.

Evertebrat. LC<sub>50</sub> = 1 mg/L, Daphnia magna, 48 h, som CoCl<sub>2</sub>

### **Fysikaliska egenskaper.**

#### ◆ KOBOLT.

CAS 7440-48-4                      Co                      Eng: Cobalt

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
58,93	1495 °C	2900 °C	8,9 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen kobolt är beständig gentemot korrosion, men attackeras sakta av utspädda syror.

## KOPPAR.

Koppar, Cu, är i rent tillstånd en rödaktig metall. Metallen används bl a i elektrisk utrustning och i vattenledningsrör samt till legeringar (mässing, brons, nysilver). Dess föreningar ingår i färgämnen och bekämpningsmedel, och som flotationsmedel i pappersindustrin. I här aktuella miljöer uppträder koppar oftast som tvåvärd katjon, Cu<sup>2+</sup>, men även envärd finns. Kopparjoner bildar lätt komplex, och i vattenlösning föreligger endast en ringa andel som "fria" joner. Det är ett livsnödvändigt element för både djur och växter. Kopparbrist kan ge svåra störningar på foster och unga individer, men för högt intag leder till förgiftning. (Får är speciellt känsliga).

### **Hälsa.**

AFS. Koppar och oorganiska föreningar (räknat som koppar): NGV 1 mg/m<sup>3</sup> (totaldamm) resp 0,2 mg/m<sup>3</sup> (respirabelt damm).

LD<sub>50</sub> = 300 mg/kg (råtta, via munnen, CuSO<sub>4</sub>).

Dricksvatten. Vid provtagning på vattenverk: anmärkning på teknisk grund vid 0,05 mg/L.

Prov från tappställe efter spolning: Anmärkning på estetisk och teknisk grund vid 0,20 mg/L (A- och E-vatten).

Prov från tappställe utan spolning: Anmärkning på estetisk och teknisk grund vid 1,0 mg/L. Anmärkning på hälsomässig, estetisk och teknisk grund vid 2,0 mg/L. (A- och E-vatten).

### Miljö, allmänt.

Medelhalten i jordskorpan uppskattas till 55 mg/kg. Medelvärde för 363 svenska jordar är 15 mg/kg TS, varierande från 1,5 till 190 mg/kg TS.

I mark binds koppar hårt och är mycket litet rörligt.

Medianhalten i grundvatten i Sverige är 1 µg/l. Bakgrundshalten i sötvatten är 0,7 µg/L, i sediment 20 mg/kg TS, och i vattenmossa 10 mg/kg TS (NV 1990, AR 90:4). Halt ≤ 0,3 µg/L betecknas som ”mycket låg” och halt >5 µg/L som ”mycket hög” i sötvatten (NV AR 90:4).

Halt i havsvatten 0,08 µg/L (Atlanten, ytvatten).

Gränsvärde för koppar i avloppsslam för jordbruksändamål är 1200 mg/kg TS t o m år 1997, därefter 600 mg/kg TS (SFS 1993:1271). Enligt SNFS 1994:2 begränsas användningen dessutom dels av att halten koppar i aktuell åkermark inte får överstiga 40 mg/kg TS, dels av att tillförd mängd koppar får vara högst 600 gram per hektar och år fr o m år 1995, men högst 300 g/ha/år fr o m år 2000. (Kan räknas som medelvärde av tillförsel under sju år). Större mängder koppar kan godtas om det kan visas att den aktuella åkermarken behöver koppartillskott. Medelhalt i avloppsslam är 490 mg/kg TS (Sverige 1993). Koppar finns upptagen på ”40-listan” (KemI 10/89).

Nordiskt förslag till klassificering av koppar och dess föreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 1,0 g/m<sup>3</sup>.

I avloppsreningsverk hamnar 80 - 95% av inkommande koppar i slammet. En stor kopparkälla är korroderande kopparledningar i fastigheternas installationer. Korrosionen minskar vid högt pH samt låg kalcium- och kolsyrahalt. (Lind Johansson m fl, 1994).

Bioackumulering sker i växtplankton, BCF = 400 - 9000. Däremot sker ingen anrikning i näringskedjor. Den biologiska tillgängligheten och effekten är starkt beroende av vattnets sammansättning i övrigt (pH, hårdhet m m).

Kopparjon inhiberar ammoniumoxidation:

Halt, mg/L	Inhibering, %
0,3	10
0,8	50
4	75

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Effekt på organismer.

Alger. EC = 0,005 mg/L, blågrön alg, hämning av kvävefixering  
EC = 0,012 mg/L, Östersjöplankton, hämning av primärproduktion.

### Evertebrater.

LC<sub>50</sub> = 0,01 mg/L, Daphnia magna, 48 h, som CuCl<sub>2</sub>  
LC<sub>50</sub> = 0,017 - 0,096 mg/L, Gammarus pulex, 96 h

Fisk LC<sub>50</sub> = 0,075 - 0,47 mg/L, Pimephales promelas, 96 h, hårdhet 30 resp 198 mg CaCO<sub>3</sub>/L  
LC<sub>50</sub> = 0,017 - 1,1 mg/L, Salmo gairdneri, 96 h, hårdhet 21 resp 371 mg CaCO<sub>3</sub>/L.

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 0,3 - 3 mg/L, 15 min.

### Fysikaliska egenskaper

#### ◆ KOPPAR

CAS 7440-50-8                      Cu                      Eng: Copper

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
63,54	1083 °C	2567 °C	8,9 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen har god korrosionsbeständighet och används t ex för taktäckning. Med tiden överdras den då av hydroxid-karbonat-föreningar ("ärg").

#### ◆ KOPPARSULFAT, PENTAHYDRAT

CAS 7758-99-8                      CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O

Molvikt	Smältpunkt	Densitet	Löslighet
249,7	110 °C	2,28 kg/dm <sup>3</sup>	316 g/L

Det blågröna saltet smälter i sitt kristallvatten och övergår via monohydratet till vattenfri form och blir då nästan vitt.

## KROM.

Krom, Cr, är i rent tillstånd en hård och korrosionsbeständig metall. Den har stor användning i legeringar ( t ex "18-8" med 18% krom). Kromföreningar används i rötskyddsmedel, färgpigment, vid ytbehandling och vid garvning.

Krom är livsnödvändigt för människa (och troligen för alla däggdjur), och behovet är cirka 50 µg per dag.

I här aktuella miljöer uppträder krom som trevärd katjon (Cr<sup>3+</sup>) eller som sexvärd anjon (kromat, t ex CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) med olika kemiska och biologiska egenskaper. Krom(III) bildar många svårslösliga föreningar, medan sexvärda kromföreningar är mer lösliga. I närvaro

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

av organiskt material (jord, avloppsvatten) dominerar trevärd krom, men i flod- eller havsvatten är ofta den sexvärda formen förhärskande.

### Hälsa.

AFS. Kromater: NGV 0,02 mg/m<sup>3</sup>. Anm: **K, S**.

Kromsyra (CrO<sub>3</sub>): NGV 0,02 mg/m<sup>3</sup>. KTV 0,06 mg/m<sup>3</sup>. Anm: **K, S**.

Krom och övriga oorganiska kromföreningar: NGV 0,5 mg/m<sup>3</sup>. (Samtliga värden räknat som Cr).

Allmänt har sexvärd krom större skadeverkningar än trevärd.

LD<sub>50</sub> = 1870 mg/kg (råtta, via munnen, CrCl<sub>3</sub>)

LD<sub>50</sub> = 20 mg/kg (råtta, via munnen, sexvärd krom)

Dricksvatten. Otjänligt på hälsomässig grund vid 0,050 mg Cr/L.

### Miljö, allmänt.

(Litteraturöversikt i *NV PM 1570, 1982*).

Medelhalten i jordskorpan har uppskattats till 100 - 300 mg/kg. Medelvärde för 363 svenska jordar är 16 mg/kg TS, med kraftig variation (0,9 - 57 mg/kg TS). Krom binds hårt i mark.

Medianhalt i grundvatten i Sverige är 0,2 µg/L. Detta är också halten i havsvatten (Atlanten, ytvatten).

Krom anrikas från vattenfasen till sediment, vilket kan användas för att indikera krombelastning. "Bakgrundshalter" i sötvatten är 1 µg/L, i sediment 20 mg Cr/kg TS, och i vattenmossa 5 mg/kg TS (*NV AR 90:4*). (I *NV Rapport 3628, 1989*, föreslås 0,3 µg/L som bakgrundsvärde för sötvatten). Halt ≤ 0,4 µg/L betecknas som "mycket låg" och halt > 20 µg/L som "mycket hög" i sötvatten (*SNV AR 90:4*).

Gränsvärdet för krom i avloppsslam för jordbruksändamål är 100 mg/kg TS (*SFS 1993:1271*). Enligt *SNFS 1994:2* begränsas användningen dessutom dels av att halten krom i aktuell åkermark inte får överskrida 30 mg/kg TS, dels av att tillförd mängd krom får vara högst 100 gram per hektar och år fr o m år 1995 och högst 40 g/ha/år fr o m år 2000. (Kan räknas som medelvärde av tillförsel under sju år). Medelhalt i avloppsslam är 35 mg/kg TS (Sverige 1993). Krom finns upptagen på "40-listan" (*KemI 10/89*).

Nordiskt förslag till klassificering av krom och dess föreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 2,0 g/m<sup>3</sup>.

Mätningar av hur krom fördelar sig mellan vatten- och slamfas i avloppsreningsverk har gett olika resultat, men en rimlig tolkning är att >70% hamnar i slammet.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

Fisk upptar sexvärd krom lättare än trevärd, och anrikning sker mest i gälarna.

Inhibering av ammoniumoxidation (avser sexvärd krom).

Halt, mg/L	Inhibering, %
6	10
17	25
50	50
150	75

### Effekt på organismer.

Alg  $EC_0 = 0,5$  mg/L,  $Cr^{3+}$ , Chlorella-art  
 $EC = 0,05$  mg/L, sexvärd krom, Chlorella pyrenoidosa,  
tillväxthämning

### Evertebrater.

$LC_{50} = 0,02$  mg/L, sexvärd krom, Daphnia pulex, 48 h

$LC_{50} = 2,0$  mg/L,  $Cr^{3+}$ , Daphnia, 48 h

Fisk.  $LC_{50} = 3,4$  mg/L resp  $4,4$  mg/L, sexvärd resp trevärd krom,  
Salmo gairdneri, 96 h

$LC_{50} = 0,19$  mg/L, sexvärd krom, Salmo gairdneri, 28 d

Det finns flera studier av kroniska effekter. För Daphnia har störd reproduktion noterats vid  $0,01$  mg/L (sexvärd krom).

Mikrotox  $EC_{50} = 9$  mg/L, 30 min, sexvärd krom.

### **Fysikaliska egenskaper.**

(Blykromat, se under Bly)

#### ◆ KROM

CAS 7440-47-3

Cr

Eng: Chromium

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
52,0	1903 °C	2640 °C	7,2 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen är mycket korrosionsbeständig, men löslig i bl a saltsyra och svavelsyra.

## KVICKSILVER

I egenskap av en vid rumstemperatur flytande metall med hög densitet och god ledningsförmåga för elektricitet och värme har metallisk kvicksilver funnit stor användning i bl a tryckmätare, termometrar och elektriska brytare och reläer. Vid industriell framställning av natriumhydroxid (och klor) genom klor-alkalielektrolys kan kvicksilver användas som ka-

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

tod. Ett lysrör eller en s k lågenergilampa innehåller ett tiotal milligram kvicksilver. Kvicksilverorganiska föreningar med hög giftighet har använts som svampbekämpningsmedel inom pappersindustrin och som betningsmedel till utsäde. Tandamalgam innehåller 40 - 50% kvicksilver, och kvicksilverföreningar har också viss annan medicinsk användning. Det är inget essentiellt element.

I Sverige råder sedan 1967 förbud mot fenyalkvicksilver för svampbekämpning, sedan 1 juli 1988 förbud mot användning av metoxikvicksilver, samt saluförbud gällande mätinstrument inklusive elektriska brytare o dyl fr o m 1993 (delvis redan fr o m 1992; *SFS 1991: 1290*).

### Hälsa.

AFS. Alkylkvicksilverföreningar: NGV 0,01 mg/m<sup>3</sup>. Anm: **H**.

Övriga föreningar: NGV 0,03 mg/m<sup>3</sup>. Anm: **H**.

Kvicksilverånga: NGV 0,03 mg/m<sup>3</sup>.

(Ångtrycket över metalliskt kvicksilver motsvarar en jämviktskoncentration av 16 mg/m<sup>3</sup>).

För att begränsa intaget av kvicksilver har Livsmedelsverket utfärdat allmänna råd beträffande konsumtion av fisk, *SLVFS 1988:5*.

Dricksvatten. Otjänligt på hälsomässig grund vid 0,001 mg/L.

### Miljö, allmänt.

Medelhalten för svensk jord har angetts till 0,06 mg/kg TS. Kvicksilver binds hårt till humusmaterial i översta marklagret, och halten i detta lager är mycket högre än i underliggande mineraljord.

I vatten är normalt halten kvicksilver lägre än vad som kan mätas med kommersiellt tillgängliga analysmetoder. ( I yt- och grundvatten i Sverige cirka 0,05 µg/L). Bedömning baseras på halten kvicksilver i 1-kilos gädda, varvid halt ≤ 0,25 mg/kg färskvikt betecknas som naturligt förekommande och halt > 1 mg/kg färskvikt som extremt hög (*SNV AR 90:4*). Halt > 1mg/kg färskvikt medför att vattnet ”svartlistas” och att fisken ej får överlätas.

Halt i havsvatten är 0,0005 µg/L (Atlanten, ytvatten).

Oorganiskt kvicksilver kan överföras till metylkvicksilver på både rent kemisk och på biologisk väg i naturen. Metylkvicksilver tas lätt upp av organismer, men utsöndras ytterst långsamt.

Gränsvärdet för kvicksilver i avloppsslam för jordbruksändamål är 2,5 mg/kg TS (dock tillåtes 5 mg/kg TS t o m år 1997; *SFS 1993:1271*).

Enligt *SNFS 1994:2* begränsas användningen av slam på åkermark dessutom dels av att halten i marken får vara högst 0,3 mg/kg TS, dels av att tillförd mängd kvicksilver får vara högst 2,5 gram per hektar och år fr o m år 1995 och högst 1,5 g/ha och år fr o m år 2000 (kan räknas som medelvärde av sjuårs-giva).

Medelhalten i avloppsslam från större anläggningar var 1,9 mg/kg TS år 1993. Kvicksilver finns på ”40-listan” (*KemI 10/89*).

Nordiskt förslag till klassificering: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

**Vattenmiljö.**

VAV. Gränsvärde 0,002 g/m<sup>3</sup>.

Kvicksilver anrikas till >95% från vatten- till slamfas i avloppsreningsverk, varför VAV's värde i allmänhet ligger högt över vad som är förenligt med ett slam som klarar gränsvärdena ovan.

Kvicksilver ackumuleras av fisk och andra vattenlevande organismer. De direkta effekterna på dessa organismer är inga eller obetydliga, men kvicksilver anrikas i näringskedjor och överst i dessa blir halterna toxiska. (Beskrivet av R Carson i "Tyst vår", 1962).

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel) (Gäller ett flertal kvicksilverföreningar).

Tröskelvärde för hämning av ammoniumoxidation är 1 mg/L.

Effekt på organismer.

Alg. EC<sub>0</sub> = 0,05 mg/L, *Microcystis aeruginosa*, HgCl<sub>2</sub>  
EC<sub>50</sub> = 0,02 mg/L, *Selenastrum capricornatum*, 96 h.

Evertebrater. LC<sub>50</sub> = 0,005 mg/L, *Daphnia*, 48 h, HgCl<sub>2</sub>  
LC<sub>50</sub> = 3 - 10 mg/L, *Crangon*, 48 h, HgCl<sub>2</sub>

Fisk. LC<sub>50</sub> = 0,02 - 0,04 mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h,  
CH<sub>3</sub>HgCl

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 0,05 mg/L, 15 min.

Observera, att redan lösligheten i vatten av metalliskt kvicksilver är tillräckligt hög för att leda till fiskdöd.

**Fysikaliska egenskaper.**

◆ **KVICKSILVER**

CAS 7439-97-6                      Hg                      Eng: Mercury

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet
200,6	-38,9 °C	356,6 °C	0,2 Pa/20 °C	13,6 kg/L	ca 50 mg/L

Anm. Löser sig något i vatten som står i jämvikt med luft under bildning av HgO, men är annars stabil gentemot utspädda syror/baser.

**Beskrivning.**

Silverglänsande metallisk vätska utan lukt.



## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### ◆ KVICKSILVER(II)KLORID

CAS 7487-94-7       $\text{HgCl}_2$       Synonym: Sublimat; Eng: Mercury(II) chloride

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet	Löslighet
271,5	276 °C	Sublimerar	5,44 kg/dm <sup>3</sup>	70 g/L

#### Beskrivning.

Vita kristaller.

### ◆ FENYLVICKSILVERACETAT.

CAS 62-38-4       $\text{C}_6\text{H}_5\text{HgCO}_2\text{CH}_3$       Eng: Phenylmercury acetate

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Löslighet
336,8	149 °C	sd	1,2 mPa/35 °C	2 g/L

#### Beskrivning.

Vita glänsande rombiska kristaller eller pulver.

## KVÄVE

Grundämnet utgör 79% av atmosfären. I övrigt är kväve mest bundet i organiska föreningar. Det är ett livsnödvärdigt ämne för såväl växter som djur, och ingår bl a i proteiner. Kvävets kretslopp i naturen är komplicerat och ett stort antal föreningar är viktiga ur miljösynpunkt. Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) bildas vid nedbrytning av växt- och djurrester. Ammoniak är mycket lösligt i vatten och föreligger vid  $\text{pH} < 9,3$  mest i form av ammoniumjon,  $\text{NH}_4^+$ . Nitritbakterier (Nitrosomonas m fl) kan oxidera ammonium till nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), som i sin tur av Nitrobacter oxideras till nitrat,  $\text{NO}_3^-$ . Under förhållanden med syrebrist kan ett flertal fakultativt anaeroba bakterier reducera nitrat till kvävgas,  $\text{N}_2$ . Dessa processer - nitrifikation och denitrifikation - utnyttjas i reningsverk för kvävereduktion av avloppsvatten. Jämfört med de processer som länge använts för att reducera BOD (dvs för att bryta ner organiskt material) är kvävereduktionen känsligare för förgiftning och andra störningar.

#### Hälsa.

AFS. Ammoniak (7664-41-7): NGV 25 ppm (18 mg/m<sup>3</sup>); TGV 50 ppm (35 mg/m<sup>3</sup>).

Cyanider och cyanväte totalt (som CN) (cyanväte 74-90-8): TGV 5 mg/m<sup>3</sup>.

Anm: H.

Dikväveoxid (lustgas) (10024-97-2): NGV 100 ppm (180 mg/m<sup>3</sup>); KTV 500 ppm (900 mg/m<sup>3</sup>).

Hydrazin (302-01-2): NGV 0,1 ppm (0,1 mg/m<sup>3</sup>). KTV 0,3 ppm (0,4 mg/m<sup>3</sup>).

Anm: H, K, S.

Kvävedioxid (10102-44-0): NGV 2 ppm (4 mg/m<sup>3</sup>); TGV 5 ppm (10 mg/m<sup>3</sup>).  
(Om källan är avgaser gäller halva värdena).

Kväveoxid (10102-43-9): NGV 25 ppm (30 mg/m<sup>3</sup>); KTV 50 ppm (60 mg/m<sup>3</sup>).

Dricksvatten. Ammonium-nitrogen. Riktvärde 0,05 mg/L N. Anmärkning på teknisk grund vid 0,4 mg/L N; på hälsomässig och teknisk grund vid 1,0 mg/L (A- och E-vatten).

Cyanid, lättillgänglig. Otjänligt på hälsomässig grund vid 0,05 mg/L CN.

Nitrat-nitrogen. Riktvärde 1 mg/L N. Anmärkning på teknisk grund vid 5,0 mg/L; på hälsomässig och teknisk grund vid 10,0 mg/L (A- och E-vatten).

Nitrit-nitrogen. Anmärkning på teknisk grund vid 0,005 mg/L N; på hälsomässig och teknisk grund vid 0,050 mg/L (A- och E-vatten). Otjänligt på hälsomässig grund vid 0,30 mg/L. Teknisk anmärkning ges inte om desinfektion med kloramin används.

### **Miljö, allmänt.**

I marin miljö anses kväve vara tillväxtbegränsande, under speciella omständigheter även i sötvatten. För rening av avloppsvatten från tätorter gäller SNFS 1994:7, MS75. NV har gjort följande klassindelning vad gäller totalkvävehalt i sötvatten (analogt med indelningen avseende fosfor, *NV Allmänna råd 90:4*):

<0,3 mg/L: mycket låg kvävehalt

0,3 - 0,45 mg/L: låg kvävehalt

0,45 - 0,75 mg/L : måttlig kvävehalt

0,75 - 1,50 mg/L : hög kvävehalt

>1,50 mg/L: mycket hög kvävehalt

### **Vattenmiljö, sammanfattning.**

VAV. Ammoniak, ammonium: gränsvärde 30 g/m<sup>3</sup> (korrosionsrisk på betong)

Nitrat: gränsvärde 100 g/m<sup>3</sup> (räknat som NO<sub>3</sub>)

Nitrit: gränsvärde 10 g/m<sup>3</sup> (räknat som NO<sub>2</sub>)

Cyanid: gränsvärde 0,5 g/m<sup>3</sup> (räknat som CN)

Cyanat: gränsvärde 100 g/m<sup>3</sup> (räknat som CN)

### ◆ AMMONIAK.

CAS 7664-41-7      NH<sub>3</sub>      Eng: Ammonia

Saluföres vanligen som en 10 - 35% vattenlösning med omisskännlig lukt, men även i vattenfri form på gascylinder.

### Effekt på organismer.

Fri ammoniak (NH<sub>3</sub>) är avsevärt giftigare än ammoniumjon (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), varför vattnets pH-värde är av väsentlig betydelse. Under pH=9,3 dominerar NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Fisk.      LC<sub>50</sub> = 19 - 42 mg/L, *Salmo gairdneri*, avser summahalten NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, pH = 7,8)  
            LC<sub>50</sub> = 0,9 mg/L (d:o, men pH = 8,3).

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 2 mg/L, 5 min ("fri ammoniak")

◆ **CYANIDER.**

Oorganiska föreningar innehållande  $CN^-$  -jonen (jfr nitriler, kap 10). Cyanidjon bildar starka komplex med många metalljoner, t ex med silverjon och järnjoner (främst tvåvärd men även med trevärd). Den fria cyanidjonen är mycket giftig, men komplexbildning minskar i hög grad toxiciteten. Svensk Standard anvisar metoder för bestämning av såväl ”fri” som ”total” cyanid.

Exempel på föreningar är cyanväte (”blåsyra”) och dess natrium- och kaliumsalt. Salterna kan utveckla cyanväte vid kontakt med syra. Cyanväte är en vätska med kokpunkt 26 °C. Cyanväte finns i några växter och kan bildas vid sönderdelning av en glykosid som finns i bittermandel.

Nordiskt förslag till klassificering av cyanväte: R 50 (Mycket giftigt för vattenorganismer)

◆ **NATRIUMCYANID.**

CAS 143-33-9                      NaCN                      Eng: Sodium cyanide

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet	Löslighet
49,0	564 °C	1496 °C	1,6 kg/dm <sup>3</sup>	48 g/L, 10 °C

**Användning.**

Betydande användning inom ytbehandling och även inom fotografisk teknik och laboratorieverksamhet.

**Vattenmiljö.**

VAV. Gränsvärde 0,5 mg/m<sup>3</sup> (risk för cyanvätebildning i ledningsnät).

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

En ej adapterad aktiv - slamänläggning skadas vid 1 mg/L, men adaptering ökar toleransen 10 - 100 gånger. (*VAV 1980, M30*).

Inhibering av ammoniumoxidation:

Halt, mg/l (som CN)	Inhibering, %
0,54	42
0,65	75
2,7	97

(Flera undersökningar har gett ungefär liknande värden).

För cyanat,  $CNO^-$ , anger VAV ett gränsvärde beräknat som  $CN^-$ . Även cyanat hämmar ammoniumoxidation, 40% vid halten 160 mg NaCNO/L. Cyanatjon sönderfaller snabbt i vatten till ammoniak och karbonatjon. (NaCNO, CAS 917-61-3).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Effekt på organismer.

(Värdena nedan avser troligen halten fri cyanid).

Alg.  $IC_{LO} = 0,03$  mg/L, *Scenedesmus quadricauda*, 7 d

Evertebrat.  $EC_{50} = 1,8$  mg/L, *Daphnia*, 48 h

Fisk.  $LC_{50} = 0,05$  mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h.

Mikrotox  $EC_{50} = 2,8$  mg/L, 15 min.

### ◆ HYDRAZIN

CAS 302-01-2  $N_2H_4$

(Se även dimetylhydrazin, kap 10).

#### **Fysikaliska egenskaper.**

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet
32,0	1 °C	114 °C	1,5 kPa/25 °C	1,01 kg/L	$\infty$

#### **Beskrivning.**

Färglös flyktig vätska med ammoniakliknande lukt. Lukttröskel 4 ppm.

#### **Användning.**

Betydande användning som korrosionsinhibitor i kylvattensystem. Används också som fotokemikalie och i organisk syntes.

#### **Vattenmiljö.**

VAV. -

Verkar nitrifikationshämmande, 75% hämning vid 48 mg/L. Även sulfatet, hydraziniumsulfat, har som rimligt är samma effekt.

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

Nordiskt förslag till klassificering: R 50 (Mycket giftigt för vattenorganismer).

### Effekt på organismer.

Fisk  $LC_{50} = 0,6 - 3,8$  mg/L, *Poecilia reticulata*, 96 h, mjukt resp hårt vatten.

Mikrotox  $EC_{50} = 0,01$  mg/L, 30 min

### ◆ HYDROXYLAMIN (salter av)

Sulfatet,  $NH_2OH \cdot \frac{1}{2}H_2SO_4$ , (CAS 10039-54-0) används som oxidationsskydd i färgframkallningsbad. Det uppges vara ej lätt nedbrytbart. Tillförlitliga biologiska data saknas (*KemI 1/94*).

### ◆ NITRIT

$NO_2^-$  CAS 1594-56-5

### Vattenmiljö.

Nitrit, som lätt kan analyseras i låga halter, har länge använts som indikator på avloppspåverkan av dricksvatten. Vid desinfektion med klor och samtidig närvaro av ammoniumjon bildas kloramin,  $\text{NH}_2\text{Cl}$ . I ledningsnätet kan denna omvandlas till nitrit. Vatten kan naturligt innehålla ammonium, eller pga att ammoniumsulfat används för att aktivera vattenglas. Kloramin ("bundet klor") har lägre effekt än "fritt klor", men har långtidseffekt och minskar risken för att illaluktande/smakande ämnen bildas.

Nordiskt förslag till klassificering: R50 (Mycket giftigt för vattenorganismer).

### Effekt på organismer.

Fisk.  $\text{LC}_{50} = 12 \text{ mg/L}$ , *Salmo gairdneri*, 96 h, hårt vatten  
 0,9 mg/L, d:o, mjukt vatten

## LITIUM.

Metalliskt grundämne, kemiskt besläktat med natrium. I ren form en mjuk silvreglänande metall. Används rent eller i legering med främst magnesium och aluminium i batterier, glas och kärnvapen. Har medicinsk användning. Det är inget livsnödvändigt grundämne.

### Hälsa.

AFS. -

### Miljö, allmänt.

Halt i havsvatten 0,2 mg/L (Atlanten, ytvatten).

### Vattenmiljö.

VAV. -

Litiumklorid som är mycket lösligt är användbart som spårämne för att mäta vattenflöden i sötvatten med hjälp av utspädningsteknik.

### Effekt på organismer.

Evertebrat  $\text{LC}_{50} = 7 \text{ mg/L}$ , *Daphnia*, 48 h, som LiCl

### ◆ LITIUMKLORID

CAS 7447-41-8

LiCl

Eng: Lithium chloride

Molvikt  
42,4

Smältpunkt  
614 °C

Kokpunkt  
1300 °C

Densitet  
2,07 kg/dm<sup>3</sup>

Löslighet  
64 g/L, 0 °C

## MAGNESIUM

I ren form en mjuk metall som används i lättmetallegeringar. Uppträder i föreningar alltid som tvåvärt positiv jon,  $Mg^{2+}$ . Det är ett livsnödvändigt ämne för såväl djur som växter, och ingår bl a i klorofyll. En vuxen människa innehåller cirka 25 g magnesium, huvudsakligen i skelettet.

### Hälsa.

AFS. -

Dricksvatten. Anmärkning på estetisk grund vid 30 mg/L (A-och E-vatten)  
Dolomit (kalcium-magnesiumkarbonat) är av Livsmedelsverket godkänd kemikalie för pH-justering och alkalisering av dricksvatten.

### Miljö, allmänt.

Halt i havsvatten 0,12%.

Några direkta negativa miljöeffekter av magnesium kan knappast bli aktuella. I avloppsreningsverk följer magnesium vattenfasen till recipient. Halten magnesium i avloppsslam är typiskt i intervallet 0,1 - 1%.

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 300 g/m<sup>3</sup> (korrosionsrisk på betong).

Korrosionsrisken är försumbar under gränsvärdet men blir mycket stark över 1500 mg/L. Samtidig närvaro av sulfat förstärker korrosionen.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ MAGNESIUM

CAS 7439-95-4

Mg

Eng: Magnesium

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
24,32	648 °C	1107 °C	1,74 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen reagerar sakta med vatten, häftigt med syra.

## MANGAN.

Mangan är ett livsnödvändigt (essentiellt) element för både djur och växter. Mangan är bland de minst giftiga av de essentiella spårmetallerna.

Den huvudsakliga användningen av mangan är i legeringar. Torrbatterier innehåller oxiden,  $MnO_2$  (brunsten).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Hälsa.

AFS. Mangan och oorganiska manganföreningar, som Mn: NGV 1 mg/m<sup>3</sup> (totaldamm) resp 0,5 mg/m<sup>3</sup> (respirabelt damm).

Dricksvatten. Riktvärde 0,02 mg/L. Anmärkning på estetisk och teknisk grund vid 0,05 mg/L (A-vatten) resp vid 0,30 mg/L (E-vatten).

### Miljö, allmänt.

Medelhalt i svensk jord är 400 - 500 mg/kg TS. Rörligheten i mark är beroende av pH och av redoxstillstånd. Av växter i svensk odling är havre särskilt känslig för manganbrist (ger gråfläcksjuka).

Halt i havsvatten 0,1 µg/L (Atlanten, ytvatten).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 5,0 g/m<sup>3</sup>.

### Effekt på organismer.

Evertebrat. LC<sub>50</sub> = 10 mg/L, Daphnia magna, 48 h, i form av MnCl<sub>2</sub>

Fisk LC<sub>50</sub> = 1,5 mg/L, Salmo salar, 6 d, i form av Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ MANGAN

CAS 7439-96-5

Mn

Eng: Manganese

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
54,9	1260 °C	2150 °C	7,2 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen reagerar med vatten och löses snabbt av utspädda syror.

## MOLYBDEN.

Ett livsnödvärdigt element för såväl djur som växter och är bl a väsentligt för vissa kvävefixerande bakterier.

Det har betydande användning som legeringsmetall, och som katalysator inom petrokemisk industri.

### Hälsa.

AFS. Lättlösliga föreningar: NGV 5 mg/m<sup>3</sup>.

Metall och svårlösliga föreningar: NGV 10 mg/m<sup>3</sup> (totaldamm) resp 5 mg/m<sup>3</sup> (respirabelt damm).

### Miljö, allmänt.

Toxiska effekter på djur (via foder) är väl dokumenterade.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

Halt i havsvatten 0,01 µg/L.

Endast ett fåtal analyser kända för svenska avloppsslam, men för USA anges 25 mg/kg TS vara ett ”normalt” värde.

### Vattenmiljö.

VAV. -

### Effekt på organismer.

Fisk. LC<sub>50</sub> = 70 mg/L, *Pimephales promelas*, 96 h, i form av MoO<sub>3</sub>.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ MOLYBDEN

CAS 7439-98-7                      Mo                      Eng: Molybdenum

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
95,9	2620 °C	5600 °C	10,2 kg/dm <sup>3</sup>

## NATRIUM.

Natrium, Na, uppträder i naturen alltid som en envärd positiv jon, Na<sup>+</sup>. Det är ett livsnöd-vändigt ämne. En vuxen människa innehåller omkring 70 gram natrium, som därför betecknas som ett makroelement.

### Hälsa.

AFS. Natriumhydroxid: TGV 2 mg/m<sup>3</sup>.

Dricksvatten. Anmärkning på teknisk grund vid 100 mg/L (A- och E-vatten).  
Anmärkning på estetisk och teknisk grund vid 200 mg/L (A- och E-vatten).

### Miljö, allmänt.

Natriumhalten i havsvatten är 1,0 - 1,1% (vikt).

Natrium är inget kritiskt element ur miljösynpunkt under vanliga förhållanden.

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 1500 g/m<sup>3</sup>.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ NATRIUM.

CAS 7440-23-5                      Na                      Eng: Sodium

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
23,0	97,8 °C	883 °C	0,97 kg/dm <sup>3</sup>

Metalliskt natrium reagerar häftigt med vatten, varvid natriumhydroxid och vätgas bildas.



## NICKEL.

Nickel, Ni, uppträder i allmänhet som en tvåvärt positiv jon,  $Ni^{2+}$ , men även trevärd finns. Essentiellt ämne för djur. Upptas tämligen lätt av växter, och skador har observerats. Huvuddelen används som legeringsmetall, men även i batterier (nickel-kadmium).

### Hälsa.

AFS. Nickelmetall: NGV 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Anm: S.

Oxid, karbonat och lösliga föreningar, som Ni: NGV 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Anm: K, S.

Nickelkarbonyl (13463-39-3): NGV 0,001 ppm (0,007 mg/m<sup>3</sup>). Anm: K, R.

Nickelsubsulfid (12035-72-2), som Ni: NGV 0,01 mg/m<sup>3</sup>. Anm: K, S.

Dricksvatten. Otjänligt på hälsomässig grund vid 0,050 mg/L.

### Miljö, allmänt.

Medelhalt i svensk mark 10 mg/kg TS.

Bakgrundshalt i sötvatten är 3 µg/L, i sediment 30 mg/kg TS, och i vattensmossa 10 mg/kg TS (*NV AR 90:4*). (Dock föreslogs 1 µg/L som bakgrundsvärde i sötvatten enligt *NV Rapport 3628, 1989*). Halt ≤ 1 µg/L betecknas som ”mycket låg”, och halt >50 µg/L som ”mycket hög” i sötvatten (*SNV AR 90:4*).

I havsvatten är bakgrundshalten omkring 0,5 µg/L (varierar med djupet).

Gränsvärde för nickel i avloppsslam för jordbruksändamål är 50 mg/kg TS (*SFS 1993:1271*). Enligt *SNFS 1994:2* begränsas användningen dessutom dels av att halten nickel i aktuell åkermark inte får överskrida 30 mg/kg TS, dels av att tillförd mängd får vara högst 50 gram per hektar och år fr o m år 1995, och högst 25 gram per hektar och år fr o m år 2000 (kan räknas som medelvärde över sju år). Medelhalt i avloppsslam är 18 mg/kg TS (Sverige 1993).

Nordiskt förslag till klassificering av nickelföreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 1,0 g/m<sup>3</sup>.

Hämning av ammoniumoxidation noterad vid 0,1 - 1 mg/L.

### Effekt på organismer.

Evertebrat. LC<sub>50</sub> = 0,5 mg/L, *Daphnia magna*, 48 h, som NiCl<sub>2</sub>.

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 23 mg/L, 15 min.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ NICKEL

CAS 7440-02-0

Ni

Eng: Nickel

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
58,71	1455°C	2900 °C	8,9 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen i ren form är beständig mot korrosion. Den kan lösa sig i syror, men är beständig mot alkali.

### RADON.

Radon är en ädelgas, som finns i ytterst låg halt i atmosfären. Alla radonisotoper är instabila med kort halveringstid. Förekomsten av radon beror helt på att den bildas genom kärnreaktioner, huvudsakligen genom  $\alpha$ -sönderfall av radiumisotoper. Mest långlivad är <sup>222</sup>Rn, halveringstid 3,8 dygn, som i sin tur genom ett  $\alpha$ -sönderfall övergår till <sup>218</sup>Po. Denna är också en  $\alpha$ -strålare, med halveringstiden 3,1 min. Polonium och andra fasta radioaktiva sönderfallsprodukter från radon binds till dammpartiklar i luften, som vid inandning lätt fastnar i lungorna. Det är strålningen från dessa så kallade "radondöttrar" som ökar risken för lungcancer.

Hälsoproblemet uppkommer väsentligen genom inandning, inte pga förtäring av radonhaltigt vatten (möjligen med undantag för spädbarn, som dricker mer i förhållande till kroppsvikten än vad vuxna gör).

### Hälsa.

#### AFS.-

Radon är främst ett problem i boendemiljön. Tidigare fanns i marknaden så kallad blå betong, som avger radon. Nu är den huvudsakliga orsaken radonhaltigt vatten, varvid radon kan bortgå då vattnet luftas.

Det är mycket ovanligt med jordbrunnar som ger upphov till radonhalt över 500 Bq/L, men 10 - 20% av de bergborrade brunnarna gör det. Detta gäller främst vatten från områden med uranrik granit (Blekinge, Bohuslän norr Gullmarsfjorden, Årjängstrakten, flera områden i mellansverige och Bergslagen). Finns gällande Socialstyrelsens rekommendationer (*Meddelande 28/1984*). Halt över 1000 Bq/L bör åtgärdas, under 100 Bq/L behövs ingen åtgärd, och däremellan görs en enskild bedömning.

### Vattenmiljö.

#### VAV.-

Radon ger knappast upphov till något miljöproblem i samband med vatten förutom vad som diskuterats ovan.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ RADON

CAS 14859-67-7 (avser  $^{222}\text{Rn}$ )                      Rn                      Eng: Radon

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Löslighet
222,0	-71 °C	-62 °C	230 mL/L vatten, 0 °C.

### SELEN.

Selen, Se, är ett livsnödvärdigt element för djur men inte för växter. Dess kemi liknar svavels, och uppträder i miljön mest som sexvärt positiv, ibland fyrvärt positiv. Selens giftverkan gentemot djur beror troligen på att selen kan ersätta svavel i svavelhaltiga aminosyrors tiolgrupper. Förgiftning av boskap pga hög selenhalt i mark/foder har noterats. Grundämnet finns i flera former, varav den sk "grå" formen är den stabila vid vanliga förhållanden.

Selen har en viss användning i fotoelektriska celler och annan elektronisk utrustning, samt i fotokopieringsutrustning.

### Hälsa.

AFS. Selen och oorg föreningar utom selenväte, som selen: NGV 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Selenväte (7783-07-5): NGV 0,01 ppm (0,03 mg/m<sup>3</sup>). KTV 0,05 ppm (0,2 mg/m<sup>3</sup>).

Dricksvatten. Otjänligt på hälsomässig grund vid 0,010 mg/L.

### Miljö, allmänt.

I Skandinavien är selenhalten i mark ofta lägre än optimalt med hänsyn till betesdjurs behov av selen. Halten i svensk jord är 85 - 980 mg/kg.

Nordiskt förslag till klassificering av selen och dess föreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön); av natriumselenit (CAS 10102-18-8): R 51/53 (Giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 1,0 g/m<sup>3</sup>.

### Effekt på organismer.

Evertebrat.                      LC<sub>50</sub> = 2,5 mg/L, Daphnia magna, 48h, som Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ SELEN (grå)

CAS 7782-49-2                      Se                      Eng: Selenium

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
79,0	217 °C	688 °C	4,81 kg/dm <sup>3</sup>

### SILVER.

Metallen används i elektronisk utrustning och i batterier, samt i smycken o dyl. Den största användningen för silverföreningar är som ljuskänslig komponent i fotografisk film (klorid, bromid), i kemisk analysverksamhet och i viss utsträckning i medicinska preparat. Silvernitrat är en viktig förening som är utgångsämne vid framställning av många andra silverföreningar. Till skillnad från flertalet andra silverföreningar är detta ett lösligt ämne. Silver är inget livsnödvändigt (essentiellt) element. Typiskt oxidationstal är +1 (Ag<sup>+</sup>).

### Hälsa.

AFS. Metall och svårslösliga föreningar (räknat som Ag): NGV 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

Lösliga föreningar (räknat som Ag): 0,01 mg/m<sup>3</sup>.

LD<sub>50</sub> = 50/129 mg/kg (mus, engångsdos via munnen, AgNO<sub>3</sub>, två undersökningar).

Dricksvatten. Tjänligt med anmärkning på hälsomässig grund vid 0,010 mg/L (A- och E-vatten).

### Miljö, allmänt.

Den beräknade medelhalten av silver i jordskorpan är 0,1 mg/kg. Någon uppgift om halt i svenska jordar har inte påträffats. Rörligheten i jord är låg. För Skellefte älv anges halten till 0,4 µg/L (1965).

Bakgrundshalten har angetts till 0,3 µg/L för sötvatten och lägre i havsvatten. Upptaget på "40-listan" (*KemI 10/89*).

Nordiskt förslag till klassificering av silver och dess föreningar: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 0,5 g/m<sup>3</sup>.

Uppvisar bioackumulerbarhet i växtplankton (BCF = 600 - 15000).

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel. Avser AgNO<sub>3</sub>, men torde kunna tillämpas på varje vattenlöslig silverförening).

Giftigheten gentemot sötvattensfisk är påtagligt hög.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Effekt på organismer.

Alger.  $EC_{50} = 0,17$  mg/L, *Skeletonema costatum*, 96 h, klorofyllprod.,  $AgNO_3$ .  
LOEC = 0,05 mg/L, *Scenedesmus*,  $AgNO_3$ .

Evertebrat.  $LC_{50} = 0,0006 - 0,055$  mg/L, *Daphnia*, 48 h,  $Ag^+$ .

Fisk.  $LC_{50} = 0,0029$  mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h,  $AgNO_3$ .  
 $LC_{50} = 0,007$  mg/L, *Pimephales promelas*, 96 h,  $AgNO_3$ .

### **Fysikaliska egenskaper.**

#### ◆ SILVER

CAS 7440-22-4                      Ag                      Eng: Silver

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
107,9	961 °C	2212 °C	10,5 kg/dm <sup>3</sup>

Silvermetall är beständig i ren luft och i vatten (mörkfärgning i luft beror på förekomst av svavelväte, varvid svart silversulfid bildas).

#### ◆ SILVERNITRAT

CAS 7761-88-8                       $AgNO_3$                       Eng: Silver nitrate

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet	Löslighet
169,8	212 °C	440 °C, sd	4,35 kg/dm <sup>3</sup>	ca 70 vikt%

## SVAVEL

Svavel, S, finns i ren form i naturen, men vanligare som tvåvärt negativ i sulfider eller som sexvärt positiv i sulfater. Även andra oxidationstal finns. Det är ett livsnödvändigt element för både djur och växter.

### **Hälsa.**

AFS. Svaveldioxid (7446-09-5): NGV 2 ppm (5 mg/m<sup>3</sup>); TGV 5 ppm (13 mg/m<sup>3</sup>).

Svavelhexafluorid (2551-62-4): NGV 1000 ppm (6000 mg/m<sup>3</sup>)

Svavelsyra, dimma (7664-93-9): NGV 1 mg/m<sup>3</sup>; KTV 3 mg/m<sup>3</sup>.

Svaveltetrafluorid (7783-60-0): KTV 0,1 ppm (0,4 mg/m<sup>3</sup>)

Svavelväte (7783-06-4): NGV 10 ppm (NGV 14 mg/m<sup>3</sup>); TGV 15 ppm (20 mg/m<sup>3</sup>).

Sulfider (summa dimetyldisulfid, dimetylsulfid, metylmerkaptan): NGV 1 ppm.

Dricksvatten. Svavelväte: Anmärkning på estetisk grund vid "Tydlig lukt" (A- och E-vatten). Otjänligt på estetisk grund vid "Mycket stark lukt" (ej surgjort prov).

Sulfat: Anmärkning på teknisk grund vid 100 mg/L (A- och E-vatten).  
Anmärkning på hälsomässig, estetisk och teknisk grund vid 200 mg/L (A- och E-vatten).

### Miljö, allmänt.

Halt i havsvatten 870 mg/L (Atlanten)

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärden:

Sulfat + tiosulfat,  $\text{SO}_4^{2-} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  : 300 g/m<sup>3</sup>

Sulfid,  $\text{S}^{2-}$  : 1,0 g/m<sup>3</sup>

Sulfit,  $\text{SO}_3^{2-}$  : 50 g/m<sup>3</sup>

Tiocyanat,  $\text{SCN}^-$  : 30 g/m<sup>3</sup>.

Sulfat reagerar med cement under bildning av ett kalcium-aluminat-sulfat (ettringit,  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot3\text{CaSO}_4\cdot32\text{H}_2\text{O}$ ), som under volymsutvidgning orsakar söndersprängning av betongen. Betongrör med sulfatresistent cement (SR-cement) uppges tåla 1500 g  $\text{SO}_4/\text{m}^3$ , medan standardbetong inte tål långvarig belastning över gränsvärdeshalten.

Sulfit oxideras lätt till sulfat och utgör knappast något miljöproblem i vatten. Flera sulfiter är godkända som konserveringsmedel i livsmedel.

I avloppsvatten med låg syrehalt och hög halt organiska ämnen (t ex i tryckledning) kan svavelväte bildas ur sulfat på bakteriell väg. Då en sådan ledning övergår till självfallsledning frigörs svavelväte. Svavelväte orsakar i sig korrosion på t ex elektrisk utrustning och kan utgöra en arbetsmiljöfara. Svavelvätet löser sig i fukten i rörets hjässa och sidor. I den syrerika miljön sker en bakteriell oxidation till svavelsyra, som orsakar betongangrepp. Angreppen är kraftigast i gränsytan vatten/luft, och i rörets hjässa (se *Ledskog m fl, VA-Forsk 07-1994*).

Nordiskt förslag till klassificering av svavelväte: R 50 (Mycket giftigt för vattenorganismer).

### ◆ TIOSULFAT

Ammoniumtiosulfat ("hyposulfit") (CAS 7783-18-8) ingår i fotografiska fixerbad. Ämnet har låg giftighet gentemot vattenorganismer.

### ◆ TIOCYANAT

Tiocyanater används i fixerbad för färgfoto. Ämnet har låg giftighet gentemot fisk; data saknas för alger och kräftdjur. Jonen är stabil, men misstanke finns att cyanid kan frigöras. ( $\text{NH}_4\text{SCN}$ , CAS 1762-95-4). Ett äldre namn på tiocyanat, rodanid, används ibland fortfarande.

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ SVAVEL

CAS 7704-34-9                      S                      Eng: Sulfur

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
32,06	112 °C	445 °C	2,07 kg/dm <sup>3</sup>

Grundämnet svavel är praktiskt olösligt i vatten. Värdena gäller  $\alpha$ -formen.

### SYRE

Atmosfären består till 21% av syre, vars betydelse för livsprocesser torde vara välkänd. Förutom "vanligt" syre, O<sub>2</sub>, finns även syre med tre syreatomer i molekylerna, ozon, O<sub>3</sub>. Detta är ett kraftigt och reaktivt oxidationsmedel.

### Hälsa.

AFS: Ozon NGV 0,1 ppm (0,2 mg/m<sup>3</sup>). KTV 0,3 ppm (0,6 mg/m<sup>3</sup>)  
Väteperoxid NGV 1 ppm (1,4 mg/m<sup>3</sup>). KTV 2 ppm (3 mg/m<sup>3</sup>).

### Dricksvatten.

Ozon och väteperoxid är godkända kemikalier för beredning av dricksvatten.

#### ◆ VÄTEPEROXID

CAS 7722-84-1.                      H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>                      Eng: Hydrogen peroxide

Väteperoxid, som vanligen saluföres som en 30 - 35% vattenlösning, är mycket reaktivt och sönderfaller lätt i syre och vatten. Det har stor användning i blekmedel, desinfektionsmedel och rengöringsmedel.

### Vattenmiljö.

VAV. -

Ur avloppssynpunkt medför rimliga utsläpp ingen skaderisk. Syreförhållanden i recipient behandlas i kapitel 14, avsnitt "syreförbrukande ämnen".

### TENN.

Tenn, Sn, är i ren form en metall, känd sedan antiken. I föreningar uppträder tenn som positivt två- eller fyrvärd. Metallens huvudsakliga användning är som korrosionsskydd på järnplåt (t ex konservburkar) samt i legering med koppar och bly. Tenn anses vara ett livsnödvändigt ämne för däggdjur.

### Hälsa.

AFS: Se tennorganiska föreningar nedan.

**Miljö, allmänt.**

Halt i havsvatten 0,002 µg/L (Atlanten, ytvatten).

**Vattenmiljö.**

VAV: Gränsvärde 1,0 g/m<sup>3</sup>. (Avser totalhalten tenn).

Effekt på organismer.

Evertebrat. LC<sub>50</sub> = 55 mg/L, *Daphnia magna*, 48 h, som SnCl<sub>2</sub>

**Fysikaliska egenskaper.**

◆ **TENN**

CAS 7440-31-5                      Sn                      Eng: Tin

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
118,7	232 °C	2270 °C	7,31 kg/dm <sup>3</sup>

Stabil i vatten, men löses av syror och baser.

**ORGANISKA TENNFÖRENINGAR**

Tennorganiska föreningar används huvudsakligen för stabilisering av PVC, men även i färger (bottenfärger på båtar) och lacker och som desinfektionsmedel. I Sverige används drygt 20 sådana ämnen. Under 1993 gjordes en studie av tennorganiska föreningar i rötslam vid fem svenska reningsverk, och en ekologisk riskvärdering finns (*H Norin och H Borén. 1993. IVL - Rapport B 1114, resp KemI 11/94.*)

För föreningar vars formel kan skrivas R<sub>m</sub>SnY<sub>(4-m)</sub> beror den biologiska aktiviteten av R och av värdet på *m*. R står för en alkyl- eller arylgrupp och Y kan vara hydroxid, halogenid, merkaptid eller karboxylat. Antalet alkylgrupper, *m*, bestämmer användning och egenskaper. Tetraalkyler, *m*=4, används mest som råvara för andra tennföreningar. Di- och monoalkyler används som stabilisator för PVC-plast. (I vattenledningsrör används mest blyföreningar.) Den största biologiska effekten har tri(alkyl eller aryl)föreningar, dvs *m*=3.

Trimetylföreningar är mest giftiga mot insekter, trietyler mot däggdjur, tripropyler mot vissa bakterier, och tributyler mot svamp och fisk. Längre alkylkedjor är mindre giftiga.

I studien av rötslam påvisades huvudsakligen mono-, di- och tributyltenn, samt spår av di- och trifenyiltenn. I några fall hittades dioktyltenn. Nedan ges exempel på några alkylföreningar, för vilka finns uppgifter om biologiska effekter.

◆ **BUTYLKLOROTENN DIHYDROXID.**

Eng: Butylchlorotin dihydroxide.

CAS 13355-96-9                      SnC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>(OH)<sub>2</sub>Cl

◆ **DIBUTYLTENN DILAURAT.**

Eng: Dibutyltin dilaurate

CAS 77-58-7                      Sn(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>2</sub>(C<sub>11</sub>H<sub>23</sub>COO)<sub>2</sub>

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	LogKow
632	27 °C	205 °C, sd	0,1 Pa	1,1 kg/dm <sup>3</sup>	4 mg/L	5-6,5



◆ **BIS(TRIBUTYLTENN)OXID.**

Synonymer: Hexabutyldistannoxan, TBTO. Eng: Bis(tributyltin) oxide  
CAS 56-35-9  $\text{Sn}(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{-O-Sn}(\text{C}_4\text{H}_9)_3$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log $K_{ow}$
596,2	< -45 °C	220 °C/1,3 kPa	0,09 mPa/ 20 °C	1,17 kg/L	ca 1 mg/L	3,3

**Hälsa.**

AFS. NGV 0,1 mg/m<sup>3</sup>. KTV 0,2 mg/m<sup>3</sup>. Anm: H. (gäller tennorganiska föreningar, räknat som Sn).

Akut toxicitet: LD<sub>50</sub> = 87 mg/kg (råtta, via munnen).

**Miljö, allmänt.**

Tennorganiska föreningar bioackumuleras både i mark- och vattenmiljö. Nedbrytbarheten är dålig (i jord halveringstid över 180 d, avser tributyltennoxid), men tycks kunna ske under aeroba förhållanden vid termofila förhållanden (temperatur över ca 40 °C). Nedbrytningen sker stegvis och slutprodukt är den föga giftiga SnO<sub>2</sub>. I sötvatten är halveringstiden > 3 mån. (avser TBTO).

Uppmätt halt i svenska kustvatten är 0,02 µg/L (1987). Resultat finns också från Mytilus (blåmussla) och storspigg från Fiskebäckskilsviken: 0,2 - 23 µg Sn/g TS resp 0,08 - 1 µg Sn/g TS (1988). Strömning från Stockholms skärgård har haft 0,005 - 0,6 µg Sn/g TS. Halterna är i avtagande, troligen beroende på förbudet mot organiska tennföreningar i båtbottnfärger.

Nordiskt förslag till klassificering: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

(Gäller flera butyltennföreningar o liknande).

**Vattenmiljö.**

VAV. Gränsvärde 1,0 g/m<sup>3</sup>. (Avser totalhalten tenn).

En mycket begränsad undersökning kan tolkas som att tenn i avloppsvatten i hög grad anrikas i slammet.

Tysk vattenriskklass: 2 (gäller dibutyltenndilaurat och flera liknande föreningar).

Förekomst i rötslam.

Fördelningen av mono-, di-, och tributylföreningar var likartad i de undersökta svenska verken, och halterna var av samma storleksordning som i en schweizisk undersökning. Totalhalterna av tennorganiska föreningar var 0,4 - 2,8 mg/kg TS. (Monobutyltenn 0,1 - 0,8; dibutyltenn 0,2 - 2,2 och tributyltenn 0,02 - 0,4 mg/kg TS. Dessutom påvisades tre andra föreningar, som nämnts ovan, samt några ej identifierade ämnen).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Effekt på organismer.

Bioackumulering är påvisad, tex BCF = 5000 - 60000 för *Mytilus edulis* (fältförsök, 1989, gäller TBTO).

### Monobutyltenn.

Alg.  $IC_{50} = 25 \text{ mg/L}$ , *Ankistrodesmus falcatus*, 4 h

Evertebrat.  $EC_{50} = 30 - 49 \text{ mg/L}$ , *Daphnia magna*, 24 h

### Dibutyltenn.

Alg.  $EC_{50} = 0,04 \text{ resp } 0,13 \text{ mg/L}$ , *S costatum* resp *T pseudonana*

Evertebrat.  $EC_{50} = 0,7 \text{ mg/L}$ , *Daphnia magna*, 24 h

### Tributyltenn.

Alg.  $EC_{50} = 0,001 - 0,018 \text{ mg/L}$ , *Skeletonema*  
 $EC_{50} = 0,016 \text{ mg/L}$ , *Selenastrum*

### Evertebrater.

$LC_{50} = 0,001 - 0,003 \text{ mg/L}$ , *Nitocra*, 96 h  
 $LC_{50} = 0,0015 \text{ mg/L}$ , *Crangon*, larver, 96 h  
 $EC_{50} = 0,002 - 0,008 \text{ mg/L}$ , *Daphnia magna*, 48 h

### Fisk.

$LC_{50} = 0,027 \text{ mg/L}$ , *Salmo gairdneri*, 24 h  
 $LC_{50} = 0,015 \text{ mg/L}$ , *Alburnus*, 96 h

Studier av subakuta effekter visar på effekter vid halter något under en ppb.

### Tetrametyltenn.

Evertebrat.  $EC_{50} = 40 \text{ mg/L}$ , *Daphnia magna*, 24 h

## TITAN.

Titan, Ti, är den tredje vanligaste metallen i jordskorpan efter aluminium och järn. Metallen är lika stark som stål men mycket lättare, och har användning som legeringsmetall inom flyg- och rymdindustri. Titandioxid,  $TiO_2$ , är ett mycket använt vitt pigment, tex i vägmärkingar. Dioxiden anses inert vid intag via munnen, och har använts i salvor.

### Hälsa.

AFS: Titandioxid (13463-67-7): NGV  $5 \text{ mg/m}^3$ .

### Miljö, allmänt.

Halt i havsvatten  $0,5 \text{ } \mu\text{g/L}$  (Atlanten).

### Vattenmiljö.

#### VAV:-

Halten i avloppsslam uppgår vanligen till flera hundra mg/kg TS.

#### Effekt på organismer.

Fisk  $LC_{50} = 120$  mg/L resp 8,2 mg/L, Pimephales, 96 h, pH = 8,2 resp 7,4, i form av  $Ti_2(SO_4)_3$ .

#### Fysikaliska egenskaper.

##### ◆ TITAN

CAS 7440-32-6

Ti

Eng.: Titanium

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
47,88	1720 °C	3290 °C	4,54 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen är mycket korrosionsbeständig.

### VANADIN.

Vanadin är ett livsnödvärdigt ämne för såväl djur som växter. Den dominerande användningen är som legeringsmetall. Det är ett typiskt övergångselement med oxidationstal från -1 till +5. I miljön föreligger det som +5.

### Hälsa.

AFS. Vanadinoxid, som V: NGV 0,2 mg/m<sup>3</sup> (totalt damm). TGV 0,05 mg/m<sup>3</sup> (respirabelt damm).

### Miljö, allmänt.

Har uppgetts ge förgiftningssymptom på varmblodiga djur vid intag omkring 25 mg/kg kroppsvikt (*SNV PM 1986 (1985)*).

Vid växtförsök med dosering i näringslösning har inga skador observerats vid 0,1 mg/L, men vid 10 mg/L.

Vissa råoljor, särskilt sydamerikanska, innehåller vanadinföreningar som emitteras via skorsten eller hamnar i askan.

Halt i havsvatten 1 µg/L (Atlanten, ytvatten).

Nordiskt förslag till klassificering av vanadin och vanadinpentoxid: R 51/53 (Giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

#### VAV. -

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel; avser vanadin och -pentoxiden, CAS 1314-62-1).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel; avser vanadin och -pentoxiden, CAS 1314-62-1).

### Effekt på organismer.

Fisk.  $LC_{50} = 4,8$  mg/L, Pimephales, 96 h,  $VOSO_4$ .

### **Fysikaliska egenskaper.**

#### ◆ VANADIN

CAS 7440-62-2

V

Eng: Vanadium

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
50,9	1920 °C	3400 °C	6,11 kg/dm <sup>3</sup>

I ren form är det en mjuk silverglänsande metall.

## ZINK.

Zink, Zn, är en metall som i föreningar uppträder som tvåvärt positiv. Det har vidsträckt användning som korrosionsskydd, legeringsmetall (mässing), i pigment (ZnO), och vid vulkanisering. Essentiellt ämne för såväl djur som växter.

### **Hälsa.**

AFS. Zinkklorid, respirabelt damm, NGV 1 mg/m<sup>3</sup>. Zinkoxid NGV 5 mg/m<sup>3</sup>.

Dricksvatten. Prov taget vid vattenverk, eller vid tappställe efter spolning: Anmärkning på teknisk grund vid 0,3 mg/L (A, E-vatten). Tappställe utan spolning: Anmärkning på estetisk och teknisk grund vid 1,0 mg/L (A, E-vatten).

### **Miljö, allmänt.**

Medelhalt i svensk åkermark 60 mg/kg TS.

Bakgrundshalt i sötvatten är 3 µg/L, i sediment 175 mg/kg TS, och i vattensmossa 100 mg/kg TS (*SNV AR 90:4*). Halt ≤ 1 µg/L betecknas som ”mycket låg”, halt > 75 µg/L som ”mycket hög”.

Medianhalten i grundvatten är 10 µg/L.

Halt i havsvatten 0,05 µg/L (Atlanten, ytvatten).

Gränsvärde för zink i avloppsslam för jordbruksändamål är 800 mg/kg TS (*SFS 1993:1271*). Enligt *SNFS 1994:2* begränsas användningen dessutom dels av att halten zink i aktuell åkermark inte får överskrida 75 mg/kg TS, dels av att tillförd mängd får vara högst 800 gram per hektar och år fr o m år 1995 och högst 600 gram fr o m år 2000 (kan räknas som medelvärde över sju år).

Medelhalten i avloppsslam i Sverige är 630 mg/kg TS (1993).

Nordiskt förslag till klassificering av zink och dess föreningar: R 50/53

(Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

## KAPITEL 2. OORGANISKA ÄMNEN.

### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 2,0 g/m<sup>3</sup>.

Tysk vattenriskklass: 1 (viss risk; avser flera oorganiska zinksalter som kloriden).

Tröskelvärde för hämning av ammoniumoxidation är 10 mg/L.

### Effekt på organismer.

Evertebrat. LC<sub>50</sub> = 0,1 mg/L, Daphnia magna, 48 h, som ZnCl<sub>2</sub>

Fisk LC<sub>50</sub> = 3,2 mg/L, Pimephales, 96 h, som Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
LC<sub>50</sub> = 0,15 - 0,3 mg/L, Salmo gairdneri, 25 d

Mikrotox, EC<sub>50</sub> = 4 - 6 mg/L, 15 min.

### Fysikaliska egenskaper.

#### ◆ ZINK

CAS 7740-66-6                      Zn                      Eng: Zinc

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
65,4	419 °C	908 °C	7,14 kg/dm <sup>3</sup>

Metallen angrips av såväl sura som basiska lösningar.

### 3. KOLVÄTEN, FÖRUTOM PAH

Enskilda alifatiska kolväten (=inga ringar i molekylen) behandlas inte här, däremot finns i kapitel 14 diskussion av tekniska kolväteblandningar som lacknafta, bensin m fl. Nedbrytbarheten i vattenmiljö vad gäller kolväten varierar med strukturen så att den avtar i ordning raka kolkedjor > grenade kolkedjor > aromater > polyaromater. "Enkla" cykliska föreningar med högst en ring i strukturen behandlas i detta avsnitt och polyaromater (PAH, polyaromatiska kolväten) i nästa.

#### ◆ BENSEN.

Synonym: Bensol Eng: Benzene

CAS 71-43-2 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
78,1	5,5 °C	80,1 °C	13 kPa/25 °C	0,879 kg/L	1,1 g/L	2,1

#### Beskrivning.

Färglös flyktig vätska med typisk lukt. Lukttröskel 5 ppm.

#### Användning.

Råvara i kemisk syntesindustri. Lösningsmedel. Tillsatsmedel i bensin (högst 5% vol). Användning i Sverige 1987: cirka 14000 ton som syntesråvara, 7000 ton som bensintillsats.

#### Hälsa.

AFS: NGV 0,5 ppm (1,5 mg/m<sup>3</sup>), KTV 3 ppm (9 mg/m<sup>3</sup>). Anm: H, K.

#### Vattenmiljö.

VAV: Bör ej förekomma. III: Ej behandlingsbar.

Nordiskt preliminärt förslag till klassificering: R 51/53 (Giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

Lätt nedbrytbar enligt OECD 301 C och föga bioackumulerbar, men giftig för vattenorganismer.

Uppmätt 15 mg/m<sup>3</sup> i tillopp till avloppsreningsverk och 1 - 11 mg/kg TS i slam från avloppsreningsverk.

BOD<sub>5</sub>/ThOD = 0,6 i acklimatiserat och 0,2 i ej acklimatiserat system;

BOD<sub>20</sub>/ThOD = 0,8 i acklimatiserat och 0,3 i ej acklimatiserat system.

Verkar hämmande på ammoniumoxidation vid >500 mg/L och på slamrespiration vid 90 mg/L (*VAV 1989, M68*).

#### Effekt på organismer.

Alg. EC<sub>50</sub> = 525 mg/L, Chlorella, 24 h

### KAPITEL 3. KOLVÄTEN UTOM PAH

Evertebrat.  $LC_{50} = 16 - 350$  mg/L, Daphnia, betingelser ej kända

Fisk.  $LC_{50} = 5$  mg/L, Salmo gairdneri, 96 h.

Mikrotox  $EC_{50} = 200$  mg/L, 5 min.

#### ◆ CYKLOHEXAN.

Synonymer: Hexahydrobensen, hexametylen, naften. Eng: Cyclohexane

CAS 110-82-7  $C_6H_{12}$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet
84,2	6,5 °C	81 °C	10 kPa/20 °C	0,78 kg/L	0,06 g/L

#### Beskrivning.

Färglös flyktig vätska med sötaktig lukt; lukttröskel 0,4 ppm.

Utgör tillsammans med homologer huvudbeståndsdelen av kaukasiskt petroleum

#### Användning.

Som lösningsmedel för bl a fetter, gummi, cellulosätrar.

#### Hälsa.

AFS: NGV 300 ppm (1000 mg/m<sup>3</sup>); KTV 370 ppm (1300 mg/m<sup>3</sup>).

#### Miljö, allmänt.

Sprids i första hand till luft och har en halveringstid på ett par dagar i atmosfären.

Kan brytas ner av mikroorganismer i jord och vatten.

Nordiskt preliminärt förslag till klassificering: R 51/53 (Giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

(Gäller även metylcyklohexan, CAS 108-87-2).

#### Vattenmiljö.

VAV:-

Tysk vattenriskklass: 1 (viss risk).

Naftener har uppgetts vara bioackumulerande.

Inhiberar ammoniumoxidation, tröskelvärde 40 mg/L.

Ej lätt nedbrytbar enligt OECD 301C. Obetydlig nedbrytning i aktivt slam.

#### Effekt på organismer.

Alg  $IC_{50} = 4$  mg/L, Chlorella pyrenoidosa, 48 h

### KAPITEL 3. KOLVÄTEN UTOM PAH

Evertebrat  $EC_{50} = 400$  mg/L, Daphnia, 48 h

Fisk  $LC_{50} = 84$  mg/L, Poecilia reticulata, 7 d

Mikrotox  $EC_{50} = 230$  mg/L, 30 min.

#### ◆ ETYLBENSEN

Eng: Ethyl benzene

CAS 100-41-4

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
106,2	-95 °C	136 °C	1,3 kPa/26 °C	0,87kg/L	0,15 g/L	3,2

#### Användning.

Inom gummiindustri och allmänt som lösningsmedel.

#### Vattenmiljö

VAV: -

Nordiskt förslag till klassificering: R 51/53 (Giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

#### Effekt på organismer

Evertebrat  $EC_{50} = 2$  mg/L, Daphnia, 48 h

Fisk  $LC_{50} = 12 - 96$  mg/L (flera arter, bl a Pimephales), 96 h

Mikrotox  $EC_{50} = 10$  mg/L, 30 min

#### ◆ p-ISOPROPYLTOLUEN

Synonymer: 4-isopropyltoluen. Eng: p-cymene, cymol

CAS 99-87-6  $CH_3-C_6H_4-CH(CH_3)_2$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet
134,2	-68 °C	177 °C	200 Pa/20 °C	0,86 kg/L

#### Beskrivning.

Färglös vätska.

#### Användning.

Som lösningsmedel till färger och fernissa.

#### Vattenmiljö.

VAV: -



### KAPITEL 3. KOLVÄTEN UTOM PAH

Inhiberar slamrespiration:

Halt/ppm	Inhibering, %	Halt/ppm	Inhibering, %
0	-325	150	50
20	-290	200	62
100	0	250	70
125	40		

Anm. Värdena skall tolkas som att det använda vattnet har en positiv inverkan på respirationen upp till 100 ppm relativt "referensprovet".

#### ◆ LIMONEN

Synonymer: (d): citrene, karven (dl): dipenten, 1-metyl-4(1-metyl-etenyl)cyclohexan

CAS 5989-27-5(d), 5989-54-8(l), 138-86-3(dl)  $C_{10}H_{16}$

Finns i två enantiomera former. I större skala används mest d-formen och racematen (dl).

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
136	-97 °C	176 °C	0,2 kPa/20 °C	0,84 kg/L	ca 10 mg/L	4,2 (ber)

#### Beskrivning.

Färglös lättantändlig vätska med doft av citron. Kemiskt är ämnet en sk terpen.

Finns naturligt i citrusfrukter (d-formen), men framställs också syntetiskt. Terpentin innehåller både l-limonen och dl-limonen, tallbarrsolja innehåller l-limonen.

#### Användning.

Som lösnings-, avfettnings- och rengöringsmedel i bilvårdsprodukter, färger, limmer m m. Användning i Sverige 100 - 200 ton (1992). Kan i vissa tillämpningar ersätta klorerade kolväten.

#### Hälsa.

AFS: NGV 25 ppm (150 mg/m<sup>3</sup>), KTV 50 ppm (300 mg/m<sup>3</sup>)

#### Vattenmiljö.

VAV:-

Tysk vattenriskklass: 1 (viss risk).

Beräknat värde på Kow visar på risk för att ämnet kan bioackumuleras.

(Beräknad BCF = 250 för fisk).

Uppvisar medelhög till hög giftighet för vattenorganismer, varvid d-limonen verkar vara giftigare än dl-limonen.

Nordiskt förslag till klassificering: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### KAPITEL 3. KOLVÄTEN UTOM PAH

Inhiberar slamrespiration:

Halt, mg/l	% inhibering	Halt, mg/L	% inhibering
0	-325	25	46
10	-30	50	62
15	15	100	75
20	27		

Negativa värden tolkas som närvaro av ämnen med positiva effekter i det undersökta vattnet.

Effekt på organismer.

Alg	EC <sub>50</sub> = 6,9 mg/L för dl-limonen (grönalg, 96 h)
Evertebrat	LC <sub>50</sub> = 0,7 mg/L för d-limonen, 31 mg/l för dl-limonen, Daphnia pulex, 48 h
Fisk	LC <sub>50</sub> = 0,7 mg/l för d-limonen, 38 mg/L för dl-limonen, Pimephales promelas, 96 h

#### ◆ STYREN.

Synonymer: Vinylbensen, fenyleten, styrol. Eng: Styrene

CAS 100-42-5 C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
104	-33 °C	145 °C	0,7 kPa/20 °C	0,91 kg/L	0,3 g/L, 20 °C	2,9

#### **Beskrivning.**

Färglös flyktig vätska med sötaktig lukt. Teknisk vara ofta förorenad med aldehyder som ger en skarp lukt.

#### **Användning.**

Råvara inom plastindustrin vid tillverkning av polystyrenplaster. Ingår i färg, lack, spackel och lim.

Användning i Sverige av storleksordningen 50000 ton/år.

#### **Hälsa.**

AFS: NGV 20 ppm (90 mg/m<sup>3</sup>). KTV 50 ppm (200 mg/m<sup>3</sup>). Anm: H.

#### **Miljö, allmänt.**

Utsläpp huvudsakligen till luft. Ämnet finns i avgaser från förbränningsmotorer och frigörs då styrenplast förbränns.

Reagerar lätt med marknära ozon till bensaldehyd och peroxider. Halveringstid i luft 2 tim.

#### Vattenmiljö.

VAV:-

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel).

#### Effekt på organismer.

Evertebrat LC<sub>50</sub> = 23 mg/L, *Daphnia magna*

Fisk LC<sub>50</sub> = 25 - 74 mg/L, flera arter, 96 h

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 5 mg/L, 5 min.

#### ◆ TOLUEN

Synonymer: Toluol, metylbensen. Eng: Toluene

CAS 108-88-3 C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
92,1	-95 °C	110,6 °C	2,9 kPa/20 °C	0,87 kg/L	0,5 g/L	2,7

#### **Beskrivning.**

Färglös vätska med typisk lukt. Lukttröskel 1 mg/m<sup>3</sup>.

#### **Användning.**

Största användningen i Sverige är som oktanhöjande tillsats i bensin. I övrigt som råvara i organisk kemisk industri, som lösnings- och förtunningsmedel i färg, plast och lim.

Cirka 3000 ton/år utsläpp pga användningen som lösningsmedel, cirka 9000 ton/år från trafik (1988). (Katalysator minskar utsläpp via avgaser från 150 mg/km till 25 mg/km per bil).

#### **Hälsa.**

AFS: NGV 50 ppm (200 mg/m<sup>3</sup>), KTV 100 ppm (400 mg/m<sup>3</sup>). Anm: **H**.

Metaboliseras genom oxidation av metylgruppen via bensylalkohol till bensoesyra som kan konjugeras och utsöndras.

#### **Miljö, allmänt.**

Uppmätt halt i Vänern 0,06 mg/m<sup>3</sup>.

Toluen omfattas av en överenskommelse mellan LRF, SNV och VAV om kvalitetssäkring av slam inom jordbruk. Halten bör vara <5 mg/kg TS (*NV 1995, Rapport 4418*). Dock bryts toluen ned snabbt i jord. Toluens värde som indikator på industribelastning har ifrågasatts, eftersom det kan bildas i röt-kammare.

Nordiskt förslag: bör ej klassificeras som miljöfarligt.

### KAPITEL 3. KOLVÄTEN UTOM PAH

#### Vattenmiljö.

VAV. Gränsvärde 10 g/m<sup>3</sup>. Iic: Behandlingsbar i begränsad omfattning.

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel).

Upplagras eller bioackumuleras till synes inte. Halten i slam från större reningsverk varierar mellan 0,1 mg/kg och 10 mg/kg. Toluen kan bildas i röt-kammare.

I avloppsreningsverk avlägsnas toluen till stor del i luftningssteg. Bryts i stor utsträckning ner i aktivt slamsteg. Inhiberar ammoniumoxidation, tröskelvärde 350 mg/L. Hämmar slamrespiration vid 30 - 200 mg/L. Lätt nedbrytbart enligt OECD 301 C.

BOD<sub>5</sub>/ThOD = 0.7, ThOD: 3,13 g syre/g

#### Effekt på organismer.

Alg. IC<sub>50</sub> = 245 mg/L, *Chlorella vulgaris*, 24 h  
IC<sub>50</sub> = 12 mg/L, *Selenastrum*, 72 h.

Evertebrat. EC<sub>50</sub> = 20 mg/L, *Daphnia*, 48 h

Fisk LC<sub>50</sub> = 6 mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 20 mg/L, 30 min.

#### ◆ XYLEN

Synonymer: Dimetylbensen, xylol. Eng: Xylene

Det finns tre isomerer, orto-, meta- och para-xylen. Teknisk xylen innehåller mest m-xylen. De fysikaliska egenskaperna för dessa ligger inom i tabellen nedan angivet intervall.

CAS 1330-20-7 (blandning) C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>

CAS 95-47-6 (orto-, 1,2-dimetylbensen)

CAS 108-38-3 (meta-, 1,3-dimetylbensen)

CAS 106-42-3 (para-, 1,4-dimetylbensen)

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
106,2	-25(o)/-48(m) /13(p) °C	138 - 144 °C	0,7 - 0,9 kPa/20 °C	0,86-0,88 kg/L	0,16-0,19 g/L	3,1-3,2

#### Beskrivning.

Färglös vätska med typisk lukt, luktröskel 0,5 ppm.

#### Användning.

Huvudmängden används för inblandning i bensen, och som lösningsmedel.

### KAPITEL 3. KOLVÄTEN UTOM PAH

De används dessutom vid framställning av olika ftalatplaster.  
I Sverige används storleksordningen 100000 ton/år. Utsläpp sker till övervägande del till luft.

#### **Hälsa.**

AFS: NGV 50 ppm (200 mg/m<sup>3</sup>), KTV 100 ppm (450 mg/m<sup>3</sup>). Anm: **H**.  
Metaboliseringen sker via oxidation av metylgrupperna, vilket som slutled har bildning av aromatisk karboxylsyra som kan konjugeras.

#### **Miljö, allmänt.**

Sprids i första hand till luft, och oxideras där med en halveringstid på cirka 15 h.

Kan brytas ner mikrobiellt i både jord och vatten

Nordiskt förslag till klassificering: R 51/53 (Giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

#### **Vattenmiljö.**

VAV: Gränsvärde 10 g/m<sup>3</sup>. IIC: Behandlingsbar i begränsad utsträckning.

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel).

Bioackumuleras obetydligt, BCF = 6 - 24 för fisk och mussla.

BOD<sub>5</sub>/COD = 0,6. ThOD: 3,15 g syre/g. Lätt nedbrytbart enligt OECD 301 C.

Uppmätta halter i sötvatten:

Vänern 0,07 mg/m<sup>3</sup> (m/p-xylen)

Göta älv 0,15 mg/m<sup>3</sup> (m/p-xylen), 0,06 mg/m<sup>3</sup> o-xylen

I slam från reningsverk 1-200 mg/kg TS.

Inhiberar nitrifikation vid 100 mg/L.

#### Effekt på organismer.

Alg            EC<sub>50</sub> >200 mg/L, grönalg

Evertebrat. EC<sub>50</sub> = 1 mg/L (orto), 4 mg/L (para), 5 mg/L (meta),  
Daphnia

Fisk            LC<sub>50</sub> = 8 mg/L, Salmo gairdneri, 96 h

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 16 mg/L (5 min, avser blandning, CAS 1330-20-7)

9 mg/L (15 min, avser orto-)

5,7 mg/L, 15 min, avser para-