

## 11. HALOGENFÖRENINGAR.

Kapitlet är uppdelat på fyra avsnitt. Det första behandlar klorerade kolväten, sedan har PCB och PCT ett eget avsnitt, det tredje behandlar dioxiner, och till sist övriga halogenerade ämnen. Med enstaka undantag upptas endast klorerade ämnen, för vilka det finns rikligt med data. Motsvarande bromerade, då sådana är i användning, torde ha likartade egenskaper.

### 11.1. KLORERADE KOLVÄTEN.

#### ◆ ALLYLKLORID

Synonymer: 3-kloropren

CAS 107-05-1       $C_3H_5Cl$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet
76,5	-134 °C	45 °C	0,94 kg/dm <sup>3</sup>

#### Beskrivning

Mycket flyktig vätska med karakteristisk lukt; lukttröskel 25 ppm.

#### Användning.

Inom plastindustri och organisk-teknisk syntesråvara (läkemedel, bekämpningsmedel).

#### Hälsa.

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

#### Vattenmiljö.

VAV. -

Tysk vattenriskklass: 1 (viss risk)

Inhiberar ej ammoniumoxidation vid 120 mg/L men 75% inhibering vid 180 mg/L.

#### ◆ 1,4-DIKLORBENSEN.

Synonymer: para-diklorbensen, diklorbensol, Chloroben, Paracide. Eng:

Dichlorobenzene (para).

CAS 106-46-7       $C_6H_4Cl_2$

(Det finns ytterligare två isomerer, orto- och metadiklorbensen (CAS 95-50-1 resp 541-73-1). Dessa är vätskeformiga vid rumstemperatur. Ur vattenmiljösynpunkt bedöms alla på samma sätt i den tyska vattenriskklassningen.)

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
147,0	54 °C	174 °C	130 Pa/25 °C	1,25 kg/dm <sup>3</sup>	85 mg/L	2,4 - 3,4

#### Beskrivning.

Vit massa med irriterande lukt. Lukttröskel 50 ppm.

## KAPITEL 11. 1. KLORERADE KOLVÄTEN

### Användning.

I malkulor, bekämpningsmedel och för att dölja dålig lukt (ex. toaletter). Användning som luft-deodorant förbjuden i Sverige sedan 1 jan 1990 (*KIFS 1989:3*).

### Hälsa.

AFS: NGV 75 ppm (450 mg/m<sup>3</sup>). KTV 110 ppm (700 mg/m<sup>3</sup>). Anm: K.

### Miljö, allmänt.

Kan bildas vid förbränning av plast- och hushållsavfall.

Icke nedbrytbar under anaeroba förhållanden. I vatten, slam och jord kan aerob nedbrytning ske, men efter lång adaptering. I slam från 14 svenska reningsverk detekterades 1,4-diklorbensen vid enstaka tillfällen. Halten var < 1mg/kg TS.

Övriga isomerer kunde ej alls detekteras. (*NV 1993, 4085*).

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

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

### Vattenmiljö.

VAV: - . För 1,2-diklorbensen (orto-) anges dock III: Bör ej förekomma. På basis av informationen ovan borde bedömningen vara densamma för para-diklorbensen.

Hämmer slamrespiration vid 5 mg/L (*VAV 1989, M 68*).

Ger lukt åt vatten redan vid 0,02 mg/L.

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel).

### Effekt på organismer.

Alg. EC<sub>50</sub> = 0,1 mg/L, *Selenastrum*, 96 h.

Evertebrat. EC<sub>50</sub> = 1,6 - 3,5 mg/L, *Daphnia*, 24 - 48 h.

Fisk. LC<sub>50</sub> = 1,2 mg/L, *Salmo gairdneri*, 24 - 96 h  
LC<sub>50</sub> = 2,1 resp 0,4 mg/L, *Pimephales*, 96 h, statisk resp dynamisk.

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 6 mg/L, 30 min. (Gäller även 1,3-diklorbensen).

### ◆ HEXAKLORBENSEN.

Synonymer: HCB, hexaklorbensol. Eng: Hexachlorobenzene

CAS 118-74-1 C<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
284,8	230 °C	332 °C (sublimerar)	1,5 mPa/25 °C	2,07 kg/dm <sup>3</sup>	0,005 mg/L	5,5 - 6,2

## KAPITEL 11. 1. KLORERADE KOLVÄTEN

### Beskrivning.

Vitt pulver eller nålformiga kristaller, med svag lukt.

### Användning.

Som fungicid. Registrering som bekämpningsmedel indragen i Sverige 1980. Används i organisk syntes, pappersimpregnering, syntetgummi. Kan bildas vid elektrolys med grafitelektroder.

### Hälsa.

#### AFS:-

Akut toxicitet måttlig:  $LD_{50} = 3500 - 10000$  mg/kg (råtta, via munnen)  
Cancerogent för mus och hamster (*KemI 10/89*).

### Miljö, allmänt.

Stabil mot hydrolys, viss fotokemisk nedbrytning.

Mycket lång halveringstid i jord (2 år).

Påvisad i sill och säl från Östersjön med halt 30 - 200 ng/ g fettvikt.

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

### Vattenmiljö.

#### VAV:-

Mycket svårnedbrytbar i aerob vattenmiljö.

Nitrifikationshämmning:  $IC_{50} = 4,6$  mg/L (Nitrosomonas, 25 d). Hämmar slamrespiration vid 5 mg/L.

Påvisad bioackumulerbarhet i bakterier, alger och fisk ( $BCF = 22000$  för *Pimephales*).

#### Effekt på organismer.

Alg.  $EC_{50} = 0,03$  mg/L, *Selenastrum*, 3 h, fotosyntes.

Evertebrat.  $EC_0 = 0,025 - 0,06$  mg/L, *Daphnia*, 24 h, två rapporter.

Fisk.  $LC_{50} > 0,3$  mg/L, *Poecilia*, 14 d.  
 $LC_{50} = 0,007$  mg/L, *Carassius auratus*

### ◆ HEXAKLORBUTADIEN

Synonymer: Perklorbutadien.

CAS 87-68-3                       $C_4Cl_6$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
260,7	- 20 °C	ca 215 °C	50Pa/ 20 °C	1,68 kg/L	2-5 mg/L	4,8

## KAPITEL 11. 1. KLORERADE KOLVÄTEN

### Beskrivning.

Färglös vätska med mild lukt.

### Användning.

Lösningsmedel för gummi, i transformatorer, hydraulvätska, bekämpningsmedel mot vinlus.

### Hälsa.

#### AFS:-

Metaboliter uppvisar skadliga effekter på njure och framkallar enligt en uppgift cancer.

### Miljö, allmänt.

Enligt en uppgift biologiskt nedbrytbar, "100 %" på 7 d. (Betingelserna ej kända).

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

### Vattenmiljö.

#### VAV:-

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel).

### Effekt på organismer.

Evertebrat.  $LC_{50} = 1,2 \text{ mg/L}$ , Nitocra, 96 h

Fisk.  $LC_{50} = 0,3 \text{ mg/L}$ , Lepomis; resp  $0,1 \text{ mg/L}$ , Pimephales

### ◆ HEXAKLORCYKLOPENTADIEN.

Synonymer: Perklorcyklopentadien, C-56, HCCPD.

Eng: Hexachlorocyclopentadiene

CAS 77-47-4  $C_5Cl_6$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
272,8	9,6 °C	239 °C	11 Pa/25 °C	1,71 kg/dm <sup>3</sup>	ca 1 mg/L	4,0

### Beskrivning.

Svagt gul vätska med stickande lukt.

### Användning.

Mellanprodukt vid tillverkning av främst flamskyddsmedel, men även färgämnen, pesticider, läkemedel m m.

**Hälsa.**

AFS: -

Är kraftigt irriterande gentemot hud, ögon och andningsorgan. Kan ge lukt åt vatten vid halt omkring 1,5 µg/L.

**Miljö, allmänt.**

Sönderdelas snabbt (minuter) av ljus när ämnet finns löst i vatten. Därvid bildas vattenlösliga klorerade ketoner, t ex penta- och hexaklorcyklopentenon. Upptagen på "40-listan" (*Kemi 10/89*).

**Vattenmiljö.**

VAV. -

Effekt på organismer.

Evertebrat. LC<sub>50</sub> = 1 mg/L, Daphnia.

Fisk. LC<sub>50</sub> = 0,13 mg/L, Lepomis  
LC<sub>50</sub> = 0,059 mg/L, Pimephales, 96 h

◆ **KLORBENSEN**

Synonymer: Fenylklorid, klorbensol. Eng: Chlorobenzene

CAS 108-90-7. C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Cl

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
112,6	-45 °C	132 °C	1,2 kPa	1,11 kg/dm <sup>3</sup>	0,5 g/L	2,8

**Beskrivning.**

Färglös vätska med "aromatisk" lukt; lukttröskel 0,2 ppm.

**Användning.**

I huvudsak som syntesråvara (anilin, klornitrobensen m m).

**Hälsa.**

AFS. -

LD<sub>50</sub> = 2100 mg/kg (råtta, via munnen).

**Vattenmiljö.**

VAV. III: Bör ej förekomma.

Inhiberar ej Nitrosomonas vid 100 mg/L. Hämmar slamrespiration vid 2 mg/L (*VAV 1989, M 68*).

BOD<sub>5</sub>/COD ≈ 0,1. ThOD = 2,1 g syre/g.

## KAPITEL 11. 1. KLORERADE KOLVÄTEN

### Effekt på organismer.

Bakterie.  $IC_{50} = 17 \text{ mg/L}$ , *Pseudomonas putida*

Alg.  $IC_{50} = 120 \text{ mg/L}$ , *Microcystis aeruginosa*

Fisk.  $LC_{50} = 19 \text{ mg/L}$ , *Poecilia reticulata*, 14 d.

Mikrotox  $EC_{50} = 11 \text{ mg/L}$ , 30 min.

### ◆ KLORERADE PARAFFINER.

Dessa utgörs av blandningar av högt klorerade n-alkaner,  $-C(H,Cl)_2-$ , med 30 - 70 vikt% klor och 10 till 30 kolatomer.

Synonymer: CP, polyklorerade alkaner (PCA). Varunamn: Cereclor, Chlorowax, Chlorez, Witaclor m fl.

Åtskilliga CAS-nummer för att beteckna olika typer, t ex CAS 63449-39-8 (klorerat paraffinvax, antal  $C > 17$ ) eller 61788-76-9 ("kloralkaner").

Molvikt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
ca 300 - 1100	ca 3 mPa	1,2-1,5 kg/dm <sup>3</sup>	ca 1 µg/L	4,4 ->12

### Beskrivning.

Svagt gula oljor eller vaxliknande fasta ämnen utan lukt.

### Användning.

Som mjukgörare och flamskyddsmedel i PVC-plast (förbrukning i Sverige 500 - 1000 ton 1982), smörjoljor (förbrukning i Sverige knappt 100 ton 1988) och i gummi, färger och tätningsmassor.

### Hälsa.

#### AFS:-

Måttlig akut toxicitet gentemot däggdjur ( $LD_{50}$  för råtta, via munnen, 4000 - 22000 mg/kg).

### Miljö, allmänt.

Lågklorerade ämnen bryts ner biologiskt. Nedbrytbarheten minskar med ökande kedjelängd och kloreringsgrad, och går fortare under anaeroba förhållanden. De betraktas som svårnedbrytbara.

Vid förbränning kan bildas PCB och dioxiner.

Upptagna på "40-listan" (*KemI 10/89*).

Nordiskt preliminärt förslag till klassificering: R 52/53 (Skadligt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön). (Gäller C10 - C13)

**Vattenmiljö.**

VAV: Ingen separat bedömning av dessa ämnen, men då klorerade kolväten med en eller två kolatomer samtliga bedöms med "bör ej förekomma" bör analogt dessa ämnen betraktas på samma sätt, dvs "bör ej förekomma".

Den akuta giftigheten mot aktivt slam är låg, däremot hög i Mikrotoxtest ( $EC_{50} \approx 1 \text{ mg/L}$ , 15 min).

Kortkedjiga CP med hög kloreringsgrad har biokonzentrationsfaktor (BCF) omkring 800 för fisk, och för en mussla (*Mytilus*) är  $BCF = 6000$  ( $C_{16}$ -förening).

Effekt på organismer.

Evertebrat.  $LC_{50} = 0,1 - 10000 \text{ mg/L}$ , *Nitocra spinipes*, 96 h, Ceroclor, 5 produkter  
 $LC_{50} = 0,06 \text{ mg/L}$ , *Nitocra spinipes*, 96 h, Witaclor 149,  $C_{10-13}$ , 49% klor.

Fisk.  $LC_{50}$ : värden från ca 300 mg/L till 10000 mg/L för olika fiskarter och. blandningar av ämnen.

Mikrotox  $EC_{50} = 1 \text{ mg/L}$ , 15 min.

◆ **KLOROFORM**

Synonym: Triklormetan. Eng: Chloroform

CAS 67-66-3  $CHCl_3$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
119,4	-63 °C	61 °C	21 kPa	1,49 kg/L	8 g/L	2

**Beskrivning.**

Färglös vätska med sötaktig lukt. Lukttröskel 200 ppm.

**Användning.**

Lösningsmedel och laboratoriekemikalie.

**Hälsa**

AFS. NGV 2 ppm (10 mg/m<sup>3</sup>). KTV 5 ppm (25 mg/m<sup>3</sup>). Anm: K.

Dricksvatten. Riktvärde 0,02 mg/L. Anmärkning på teknisk grund vid 0,05 mg/L (A-vatten). (Anm. Gäller trihalometaner).

**Miljö, allmänt.**

Sprids främst till luft, och bryts ner i ren luft med halveringstid av storleksordning månader.

## KAPITEL 11. 1. KLORERADE KOLVÄTEN

Kemisk nedbrytning i jord eller vatten sker mycket långsamt.  
Uppgifter om hastighet för biologisk nedbrytning är motstridiga.  
Kloroform bioackumuleras praktiskt taget inte alls.  
Nordiskt förslag till klassificering: R 52/53 (Skadligt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV. III: Bör ej förekomma.

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel).

Inhiberar ammoniumoxidation med 75% vid 18 mg/L och hämmar slamrespiration vid 125 mg/L.

### Effekt på organismer.

Alg. LOEC = 185 - 1100 mg/L, *Microcystis aeruginosa*,  
*Scenedesmus quadricauda*

Evertebrat. NOEC = 8 mg/L, *Daphnia magna*, 48 h  
EC<sub>50</sub> = 29 mg/L, *Daphnia magna*, 48 h

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 670 mg/L, 30 min.

### ◆ KOLTETRAKLORID.

Synonymer: Tetraklormetan, perklormetan, ”tetra”, Freon 10. Eng: Carbon tetrachloride.

CAS 56-23-5

CCl<sub>4</sub>

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
153,8	-23,0 °C	76,8 °C	12 kPa	1,59 kg/L	0,79 g/L	2,7

### Beskrivning.

Färglös lättflyktig vätska med sötaktig lukt. Lukttröskel 70 ppm.

### Användning.

Extraktions- och avfettningsmedel, i kemiskt laboratoriearbete, vid tillverkning av gummi och plast.

Användning i Sverige 100 - 1100 ton (1991).

Får inte användas yrkesmässigt i Sverige (*SFS 1995:636, tillåtet för analysarbete till 1996-12-31; SFS 1994:9*).

### Hälsa.

AFS: NGV 2 ppm (13 mg/m<sup>3</sup>), KTV 3 ppm (19 mg/m<sup>3</sup>). Anm: H,K

LD<sub>50</sub>: 1800 - 2800 mg/kg (via munnen, råtta).



**Miljö, allmänt.**

Sprids pga sin lättflyktighet i första hand till luften, och verkar nedbrytande på ozonskiktet.

Klassat som miljöfarligt, R 59: Farligt för ozonskiktet (*KIFS 1994:12*).

**Vattenmiljö.**

VAV. III: Bör ej förekomma.

Nedbryts mycket sakta i syrerikt ytvatten. I luftat aktivt slam 75% nedbrytning på 14 d. Anaerob nedbrytning leder till bildning av kloroform,  $\text{CHCl}_3$ .

I rötat slam från Malmö och Lund har halten legat under 0,01 mg/kg (=detektionsgränsen), (1990).

Hämmar slamrespiration vid 30 mg/L (*VAV 1989, M 68*).

Tysk vattenriskklass 3 (mycket riskabel).

Effekt på organismer.

Anrikas i låg grad, BCF = 17 (*Salmo gairdneri*), 300 (*Chlorella*).

Evertebrat.  $\text{EC}_{50} = 30 \text{ mg/L}$ , *Daphnia*, 48 h

Fisk.  $\text{LC}_{50} = 2 \text{ mg/L}$ , *Salmo gairdneri*, 96 h),  
 $\text{LC}_{50} = 43 \text{ mg/L}$ , *Pimephales promelas*, 96 h.

Mikrotox  $\text{EC}_{50} = 34 \text{ mg/L}$ , 15 min

◆ **OKTAKLORSTYREN.**

Synonymer: OCS, oktaklorvinylbensen. Eng:

CAS 29082-74-4  $\text{C}_8\text{Cl}_8$

Molvikt	Löslighet	Log Kow
379,7	0,06 mg/L	6,3-7,7

**Användning.**

Ingen avsiktlig. Uppkommer som biprodukt vid elektrolys med grafitelektroder, samt vid tillverkning av koltetraklorid och tetrakloreten.

**Hälsa.**

AFS. -

**Miljö, allmänt.**

Är troligen persistent mot biotisk nedbrytning. Utomordentligt långsam fotolys. Inga uppgifter om svenska förekomster, men från norska Frierfjorden finns värden från sediment och fisk och krabba. Ackumuleras i fettvävnad.

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

**Vattenmiljö.**

VAV. -

Bioackumuleras i mycket hög grad i fisk, BCF =  $10^4$  -  $10^6$ .

Effekt på organism.

Evertebrat.  $LC_{50}$  = 0,068 mg/L, *Nitocra spinipes*, 96 h.

◆ **TETRAKLORETYLEN.**

Synonymer: Perklöretylen, etylentetraklorid.

CAS 127-18-4  $C_2Cl_4$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
165,8	-22,7 °C	121 °C	1,9 kPa/20 °C	1,62 kg/L	126 mg/L	2,5 - 2,9

**Beskrivning.**

Färglös vätska med sötaktig lukt.

**Användning.**

Framförallt som tvättvätska i kemtvättar, men även som avfettningsmedel i mekanisk industri och som lösningsmedel. Förbjudet i konsumentprodukter sedan 1993 (*SFS 1991:1289*).

**Hälsa.**

AFS. NGV 10 ppm ( $70 \text{ mg/m}^3$ ). KTV 25 ppm ( $170 \text{ mg/m}^3$ ). Anm: **K**.

**Miljö, allmänt.**

Nedbryts mycket sakta eller inte alls genom hydrolysis eller fotolys i vattenmiljö. Kan brytas ner till trikloreten och vinylklorid under anaeroba förhållanden. I bästa fall långsam nedbrytning ( storleksordning månad) i vissa jordar. Halveringstiden i atmosfären uppskattad till 2 - 9 månader.

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

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

**Vattenmiljö.**

VAV. III: Bör ej förekomma.

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

Ansamlas i låg grad i fisk (BCF = 40 - 70).

Effekt på organismer.

Alg.  $EC_{50}$  = 10 mg/L, *Phaedodactylum*, marin alg.

## KAPITEL 11. 1. KLORERADE KOLVÄTEN

Evertebrater.  $EC_{50} = 18 \text{ mg/L}$ , *Daphnia magna*, 48 h  
 $EC_0 = \text{ca } 1 \text{ mg/L}$ , *Daphnia*, tillväxt, reproduktion, 28 d

Fisk  $LC_{50} = 5 \text{ mg/L}$ , *Salmo gairdneri*, 96 h  
 $LC_{50} = 18 \text{ mg/L}$ , *Pimephales promelas*, genomflöde, 96 h

Mikrotox  $EC_{50} = 117 \text{ mg/L}$ , 30 min

### ◆ 1,2,4-TRIKLORBENSEN.

Synonymer: Eng: Trichlorobenzene  
CAS 120-82-1  $C_6H_3Cl_3$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
181,4	16 °C	214 °C	21 Pa/20 °C	1,46 kg/L	36 mg/L	4,2

#### Beskrivning.

Färglös vätska (under 16 °C vita kristaller) med svag lukt.

#### Användning.

Lösningsmedel i kemisk industri, smörjmedel, insektsgift, utgångsämne vid tillverkning av färgämnen.

#### Hälsa.

AFS. -

#### Miljö, allmänt.

Hydrolyseras ej. Ej lätt nedbrytbar. Bryts ej ner under anaeroba förhållanden. Viss nedbrytning i adapterat aktivt slam. Uptagen på "40-listan" (*KemI 10/89*).

#### Vattenmiljö.

VAV. - Ämnet är rimligen minst lika oönskat som mono- och diklorbensen, vilka bedömts med "Bör ej förekomma".

#### Effekt på organismer.

Alg.  $EC_{50} = 1,4 \text{ mg/L}$ , *Selenastrum*, tillväxt, 96 h  
 $EC_{50} = 3,9 \text{ mg/L}$ , *Selenastrum*, fotosyntes, 3h

Evertebrater.  $EC_{50} = \text{ca } 2 \text{ mg/L}$ , *Daphnia magna*, 48 h  
 $LC_{50} = 2,6 \text{ mg/L}$ , *Nitocra*, 96 h.

## KAPITEL 11. 1. KLORERADE KOLVÄTEN

Fisk  $LC_{50} = 2 \text{ mg/L}$ , *Salmo gairdneri*, 48 h  
 $LC_{50} = 2,9 \text{ mg/L}$ , *Pimephales*, 96 h

Mikrotox  $EC_{50} = 4 \text{ mg/L}$ , 30 min.

### ◆ 1,1,1-TRIKLORETAN

Synonymer: Metylkloroform, kloroten. Eng: 1,1,1-Trichloroethane

CAS 71-55-6  $CCl_3-CH_3$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
133,4	-34 °C	74 °C	18 kPa/25 °C	1,34 kg/L	480 mg/L	2,5

#### Beskrivning.

Färglös vätska med söttaktig lukt. Lukttröskel cirka 100 ppm.

#### Användning.

Som extraktions-, avfettnings- och lösningsmedel. Förbud mot yrkesmässig användning (*SFS 1988:716, jfr 1995:636*. Naturvårdsverket kan meddela dispens).

#### Hälsa.

AFS. NGV 50 ppm ( $300 \text{ mg/m}^3$ ). KTV 90 ppm ( $500 \text{ mg/m}^3$ ).

#### Miljö, allmänt.

Verkar nedbrytande på ozonskiktet. Livstid omkring 7 år i atmosfären. Långsam nedbrytning aerobt i vattenmiljö, mycket långsam anaerobt. Upptagen på "40-listan" (*KemI 10/89*).

#### Vattenmiljö.

VAV. III: Bör ej förekomma.

Hämmar anaerobt slam vid  $0,4 \text{ mg/L}$ , och slamrespiration vid  $90 \text{ mg/L}$  (*VAV 1989, M 68*).

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

Bioackumuleras ej eller endast obetydligt ( $BCF = 9$ , fisk).

#### Effekt på organismer.

Alg.  $EC_{50} = 5 \text{ mg/L}$  (ingen annan information)

Evertebrat.  $LC_{50} = 57 \text{ mg/L}$ , *Daphnia magna*, 48 h

## KAPITEL 11. 1. KLORERADE KOLVÄTEN

Fisk.  $LC_{50} = 53$  mg/L, Pimephales, genomflöde, 96 h  
 $LC_{50} = 33 / 72$  mg/L, Lepomis, statisk, 96 h, två olika undersökningar.

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

### ◆ TRIKLORETYLEN.

Synonymer: Trikloret, triklor, ”tri”. Eng: Trichloroethylene.

CAS 79-01-6  $CHCl=CCl_2$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
131,4	-73 °C	87 °C	10 kPa/ 25 °C	1,46 kg/L	1,1 g/L	2,3 - 2,7

#### Beskrivning.

Färglös vätska med sötaktig lukt. Lukttröskel 50 ppm.

#### Användning.

Avfettningsmedel vid metallbearbetning. Lösningsmedel för bekämpningsmedel samt i lim, lacker och färger.

Får sedan 1993 inte ingå i konsumentprodukter, och fr o m 1996 ej heller användas i yrkesmässigt bruk (*SFS 1991:1289*). (Särskilda övergångsbestämmelser finns avseende analysarbete o likn. samt för avfettning, KIFS 1995:6).

#### Hälsa.

AFS. NGV 10 ppm (50 mg/m<sup>3</sup>). KTV 25 ppm (140 mg/m<sup>3</sup>). Anm: **K**.

Den akuta giftigheten gentemot människa är måttlig.

#### Miljö, allmänt.

Trikloret sprids huvudsakligen till luft, och har där en halveringstid omkring en vecka (reaktion med bl a ozon). I jord krävs halter över 100 - 1000 mg/kg för att ge synlig effekt på växter eller dagmask. I vatten sker kemisk nedbrytning mycket långsamt, biologisk något snabbare (halveringstid ≤ månad). Bioackumulering är låg, men har noterats i fisk (lever). Vid låg halt observeras ingen giftverkan.

Nordiskt förslag till klassificering: R 52/53 (Skadligt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

#### Vattenmiljö.

VAV. III: Bör ej förekomma.

Hämmar respirationen i aktivt slam vid 5 mg/kg.

Tysk vattenriskklass: 3 (mycket riskabel).

Saltvattenorganismer tycks vara känsligare än sötvattensorganismer.

### Effekt på organismer.

Alg.  $EC_{50} = 8 - 63$  mg/L (encelliga marina alger).

Evertebrat.  $LC_{50} = 18 - 97$ , Daphnia, 48 h

Fisk.  $LC_{50} = 9 - 16$  mg/L, marina arter, 96 h  
 $LC_{50} = 40 - 67$  mg/L, Pimephales promelas, 96 h

Mikrotox  $EC_{50} = 120$  mg/L, 15 min

## 11.2 POLYKLORERADE BIFENYLER (PCB) OCH TERFENYLER (PCT).

### ◆ POLYKLORERADE BIFENYLER. (PCB)

Synonymer: PCB. Tekniska produkter: Clophen, Aroclor

CAS 1336-36-3  $C_{12}H_{10-x}Cl_x$

”PCB” är samlingsnamn på bifenyler med varierande antal kloratomer på olika ställen i molekylen. Totalt finns 209 sådana föreningar, varav hälften har teknisk användning. PCB är fettlösliga och binds starkt till partiklar i jord. Urlakning till vatten är obetydlig. PCB har använts i kondensatorer och transformatorer samt som tillsats i plaster, smörjoljor, fogmassor m m. I Sverige är nyanvändning förbjudet sedan 1978, och totalförbud råder sedan 1995.

Några PCBer med plan molekylstruktur har liknande effekter som dioxiner, men är inte lika giftiga.

I slam från avloppsreningsverk bestäms sju PCB (NV 1990, AR 90:13). Enligt överenskommelsen mellan LRF, NV och VAV om kvalitetssäkring för användning av slam inom jordbruk gäller att summa PCB bör vara  $< 0,4$  mg/kg TS som årsmedelvärde; enstaka prov högst 1,0 mg/kg TS och högst tre prov av 12 per år mellan 0,4 - 1,0 mg/kg TS (NV 1995, Rapport 4418).

### **Hälsa.**

AFS. NGV 0,01 mg/m<sup>3</sup>. KTV 0,03 mg/m<sup>3</sup>. Anm: H, K.

### Dricksvatten.

Inget numeriskt gränsvärde, men i allmänna råd till §22 redogörs för Livsmedelsverkets syn på bl a ”persistenta klorföreningar”.

### **Miljö, allmänt.**

Allmänt förekommande i miljön.

Låglorerede ämnen kan brytas ner aerobt; persistensen ökar med ökande kloreringsgrad: Aroclor 1221 ”fullständig” nedbrytning på 30d, Aroclor 1254 persistent. Anaerob nedbrytning kräver selekterad bakteriekultur. Enligt en uppgift är halveringstiden i röttkammare omkring ½ år (*Ring 1993*)

Bioackumuleras i flera vattenlevande organismer. Anrikning i akvatiska näringskedjor ej påvisad, men påvisad för däggdjur och fåglar.

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

### **Vattenmiljö.**

VAV. Ej separat bedömda, men analogt med andra klorerade kolväten bör de bedömas som III: Bör ej förekomma.

### Effekt på organismer.

Alg.  $EC_{50} = 0,007 / 0,015$  mg/L (marint växtplanktonsamhälle, 24 h, Aroclor 1242 resp Aroclor 1254).

Evertebrat.  $LC_{50} = 0,01/0,052/2,4$  mg/L, Gammarus, 96 h, Aroclor 1242/Aroclor 1248/ Aroclor 1254.

Fisk.  $LC_{50} = 0,067/0,054/0,14$  mg/L, Salmo gairdneri, 5 d, Aroclor 1242/1248/1254.

### ◆ **POLYKLOREERADE TERFENYLER.**

Synonymer: PCT. Tekniska produkter: Aroclor + nummer.

CAS 61788-33-88  $C_{18}H_{(14-x)}Cl_x$

### **Användning.**

Ersättare för PCB som mjukgörare i plast, smörjmedel, flamskyddsmedel.

### **Hälsa.**

AFS:-

### **Miljö, allmänt.**

Allmänt förekommande i miljön

Är mindre persistenta mot nedbrytning under inverkan av ljus eller på biologisk väg än vad PCB är, men är icke lätt nedbrytbara.

Kan troligen bioackumuleras.

Liknar troligen PCB vad gäller miljöegenskaper.

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

**Miljö, vatten.**

VAV. Ej separat bedömda, men analogt med andra klorerade kolväten bör de bedömas som III: Bör ej förekomma.

Effekt på organismer.

Data saknas i stort sett.

### 11.3 KLORERADE DIOXINER OCH DIBENSOFURANER.

Klorerade dibenso-para-dioxiner (PCDD) och dibensofuraner (PCDF) är två serier aromatiska föreningar med likartade kemiska egenskaper. Antalet kloratomer kan vara från en till åtta. Antalet isomerer är högt. Det finns sammanlagt 75 PCDD och 135 PCDF. Även motsvarande bromerade föreningar har diskuterats, och det finns lika många av dem. Tillåter man både klor och brom i molekylen stiger antalet möjliga föreningar till totalt över 5000. Den mest giftiga och mest studerade föreningen är 2,3,7,8- tetrakloro-para-dioxin (2,3,7,8-TCDD, CAS 1746-01-6). De olika kongenerna har mycket olika toxikologiska egenskaper. Det finns olika beräkningsmodeller för att jämföra toxiciteten hos olika blandningar. Enligt den nordiska modellen har 2,3,7,8-TCDD viktfaaktorn 1, och faaktorn 0,5 för bl a 1,2,3,7,8-pentaklordioxin, osv. (Sammanställning av *Rappe, 1988*).

De är fasta ämnen med mycket låg flyktighet och vattenlöslighet (2,3,7,8-TCDD har smältpunkt 322 °C, ångtryck vid 25 °C under 4 µPa, och vattenlöslighet under 1 µg/L). De framställs inte avsiktligt och har ingen användning. De bildas vid förbränning av klorhaltigt material (sopförbränning), vid klorblekning av pappersmassa, vid metallverk (magnesium-, ståltillverkning) och som förorening vid framställning av klorerade organiska ämnen. Det svenska utsläppet uppskattades till 200 - 300 gramkvivalenter år 1985, men har nu minskat med mer än 90%.

I den yttre miljön sker biologisk nedbrytning ytterst långsamt med halveringstid i jord, sjösediment och i akvatiska modellsystem på flera år. Termisk nedbrytning sker över 750 °C, och även fotokemisk nedbrytning kan ske.

I akvatisk miljö sker bioackumulation. Det finns omfattande data från olika miljöer i Skandinavien. (Några värden för avloppsslam i VAV M68). De binds hårt till jordpartiklar och har mycket låg rörlighet i mark. Dioxiner i avloppsvatten torde därför fullständigt bindas till slammet.

Akuttoxiska data för akvatiska organismer har inte påträffats. Subakuta effekter har påvisats på yngel av *Salmo gairdneri* vid halt  $<38 \cdot 10^{-9}$  mg/L.

Avloppsvatten kan innehålla dioxiner från flera källor som klorerat toalettpapper, matrester från disk och indirekt från föda via avföring.



## 11.4 ÖVRIGA HALOGENERADE ORGANISKA ÄMNEN.

## ◆ 4-KLORANILIN

Synonymer: p-kloranilin, 4-klorfenylamin

CAS 106-47-8       $C_6H_4ClNH_2$ 

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
127,6	70 °C	232 °C	1,4 Pa/ 20 °C	1,43 kg/dm <sup>3</sup>	2,9 g/L	1,8 - 2,0

**Beskrivning.**

Färglösa kristaller med sötaktig lukt.

**Användning.**

Mellanprodukt vid tillverkning av färgämnen och bekämpningsmedel.

**Miljö, allmänt.**

Bildas som nedbrytningsprodukt av några herbicider. Stabil mot hydrolys, men viss sönderdelning sker under inverkan av UV-ljus. Långsam biologisk nedbrytning: 10% i OECD's 28 - dygnstest, 17% i luftat aktivt slam på 5 dygn.

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

**Vattenmiljö.**VAV. -

Bioackumuleras inte alls eller i endast låg grad.

Effekt på organismer.Alg.       $EC_{50} = 2 \text{ mg/L (72 h)}$ Evertebrat.       $EC_{50} = 0,06 \text{ mg/L, Daphnia, 24 h.}$ 

Fisk.       $LC_{50} = 14 \text{ mg/L, Salmo gairdneri, 96 h}$   
 $LC_{50} = 2 \text{ mg/L, Lepomis, 96 h.}$

Mikrotox  $EC_{50} = 5,1 \text{ mg/L, 30 min}$ 

## ◆ KLORFENOLER

Av klorfenoler,  $OH-C_6H_{5-x}Cl_x$ ,  $x = 1-5$ , behandlas pentaklorfenol nedan. Övriga behandlas inte individuellt. De har samma bedömning som pentaklorfenol i AFS och VAV.

◆ **PENTAKLORFENOL.**

Synonymer: PCP, Penta, Weedone. Eng: Pentachlorophenol

CAS 87-86-5  $C_6Cl_5OH$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log Kow
266,4	191 °C	ca 310 °C, sd	3 mPa/ 20 °C	1,98 kg/dm <sup>3</sup>	Anm	4,2 (pH 7)

Anm: pH-beroende, 14 mg/L vid pH = 5, 2000 mg/L vid pH = 7.

**Beskrivning.**

Vita kristaller eller vitt pulver med fenolliknande lukt

**Användning.**

Slambekämpningsmedel, träskyddsmedel, tillverkning av ogräsbekämpningsmedel. Bildas som nedbrytningsprodukt av hexaklorbensen m fl. Förbjudet i Sverige som bekämpningsmedel sedan 1971.

**Hälsa.**

AFS. NGV 0,5 mg/m<sup>3</sup>. KTV 1,5 mg/m<sup>3</sup>. Anm: H. (Detta gäller även salter av pentaklorfenol, omräknat till pentaklorfenol.

**Miljö, allmänt.**

Påträffas allmänt i sediment och organismer. Hydrolyseras långsamt i vatten och kan brytas ner av UV-ljus.

Långsam biologisk aerob nedbrytning efter lång lag-fas. I OECD's 28-dygns-test 5% nedbrytning. Toxiska nedbrytningsprodukter kan bildas, t ex pentakloranisol. Hämmar slamrespiration vid >2,5 mg/L.

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

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

(Penta- och triklorfenol).

**Vattenmiljö.**

VAV. III: Bör ej förekomma.

Biokoncentrationsfaktor 100 - 1000 observerad gentemot fisk.

Effekt på organismer.

Alg. NOEC = 0,1 mg/L, *Scenedesmus*, 24 h

Evertebrater. EC<sub>50</sub> = 0,48 mg/L, *Daphnia magna*, 48 h.

Fisk. LC<sub>50</sub> = 0,048 mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h, pH 5,7  
LC<sub>50</sub> = 0,26 resp 0,095 mg/L, *Pimephales*, 96 h, pH 8 resp 6,5.

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 0,5 mg/L, 30 min

◆ **TETRABROMBISFENOL A.**

CAS 79-94-7.  $C_{15}H_{12}Br_4O_2$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Löslighet	Log Kow
544	181 °C	316 °C	≈ 1µg/L	4,5

**Beskrivning.**

Vitt pulver.

**Användning.**

Huvudsakligen som flamskyddsmedel i epoxi- och polyesterplast, t ex i kretskort.

**Hälsa.**

AFS. -

LD<sub>50</sub> > 2000 mg/kg (råtta, via munnen)

Akut giftighet hög vid inandning.

**Vattenmiljö.**

VAV. -

Viss ackumulering i fisk (BCF = 20 - 170).

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

Effekt på organismer.

Alg  $EC_{50} = 0,1 - 1 \text{ mg/L}$  (Skeletonema costatum, Thalassiosira pseudonana, marina alger)

Evertebrat.  $LC_{50} = 1 \text{ mg/L}$ , Daphnia magna, 48 h

Fisk.  $LC_{50} = 0,8 - 0,4 \text{ mg/L}$ , Salmo gairdneri, 24 h - 96 h.

## 12. SVAVELFÖRENINGAR.

Här behandlas ditiokarbonater (xantater), (di)tiokarbamater, tioacetamid och liknande föreningar, samt (iso)tiocyanater. Sulfonater behandlas vid tensider.

Ditiokarbamater kan betraktas som salter av ditiokarbaminsyra:  $R-NH-CS_2M^+$ . I sur lösning hydrolyseras de till amin och koldisulfid. Hastigheten är starkt pH-beroende.

Många här behandlade ämnen är nitrifikationshämmande. Alkylditiokarbamater hämmar generellt nitrifikation med 50-75% i halter omkring 0,5 - 2 mg/L (*Menck m fl, 1993*).

Flera används som biocider i bl a kylsystem, och en mer utförlig diskussion finns tillgänglig (*KemI 6/91*).

Uppgifter om fysikaliska egenskaper har bara hittats i begränsad utsträckning och saknas nästan helt för flera av ämnena nedan.

### ◆ ALKYLDITIOKARBONATER, se XANTATER

### ◆ CYANODITIOIMIDOKARBONAT, DINATRIUMSALT

Synonym: DCDIC

CAS 138-93-2       $N\equiv C-N=CS_2^- (Na^+)_2$

#### **Beskrivning och användning.**

Inga fysikaliska uppgifter tillhanda. Används som biocid i kylvattensystem.

#### **Hälsa.**

AFS. -

#### **Vattenmiljö.**

VAV. -

Bryts ned till bl a isotiocyanat och tiourea. Hydrolys sker snabbt i sur lösning (halveringstid 3 h vid pH = 6). Tiourea är kraftigt nitrifikationshämmande.

#### Effekt på organismer.

Evertebrat.       $EC_{50} = 0,018 \text{ mg/L, Daphnia, 96 h}$

Fisk.       $LC_{50} = 7,6 \text{ mg/L, Salmo gairdneri, 96 h.}$

### ◆ N,N- DIMETYLDITIOKARBAMAT, NATRIUMSALT.

Synonymer: Sodam, SDDC Eng: N,N-Dimethyldithiocarbamic acid, sodium salt

CAS 128-04-1       $(CH_3)_2N-CS_2^- Na^+$

#### **Beskrivning och användning.**

Fast ämne med hög vattenlöslighet. Används som biocid i kylvattensystem.

**Hälsa.**

AFS. -

**Vattenmiljö.**

VAV. -

Vid biotisk nedbrytning bildas även en oidentifierad svårnedbrytbar produkt. Inhiberar ammoniumoxidation med 75% i aktivt slam vid 14 mg/L.

Effekt på organismer.

Evertebrat.  $EC_{50} = 1,5 \text{ mg/L}$ , Daphnia, 48 h

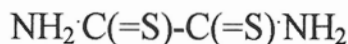
Fisk  $LC_{50} = 0,85 \text{ mg/L}$ , Salmo gairdneri, 96 h

Mikrotox  $EC_{50} = 0,5 \text{ mg/L}$ , 15 min

◆ **DITIOOXAMID.**

Synonym: Rubeansyra. Eng: Rubeanic acid

CAS 79-40-3



**Beskrivning och användning.**

Fast ämne som smälter under sönderdelning, något lösligt i vatten. Används vid syntes av vissa polymerer och som kemiskt reagens.

**Vattenmiljö.**

VAV. -

Nitrifikationshämmande substans:

1,2 mg/L            35 % inhibering

1,1 - 1,8           75 %

42                   75 %

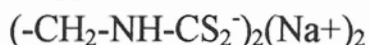
6,0                   100 %

(Olika undersökare i dålig överensstämmelse).

◆ **ETYLENBIS(DITIOKARBAMAT), DINATRIUMSALT.**

Synonymer: Nabam, EBDC.

CAS 142-59-6



Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Löslighet
256	82 °C	sd	200 g/L

**Användning.**

Fast ämne med hög vattenlöslighet (200 g/L). Används som biocid i kylvattensystem.

**Hälsa.**

AFS. -

Som nedbrytningsprodukt kan bildas etylentiourea, som är klassat som cancerframkallande, grupp B, och som reproduktionsstörande (R).

**Vattenmiljö.**

VAV. -

Hydrolyseras snabbt vid pH <7.

Som nedbrytningsprodukter bildas tiourea och isotiocyanat

Nitrosomonas och Nitrobacter inhiberas vid halt över 32 mg/L, men nedbrytningsprodukten tiourea inhiberar redan vid 1 mg/L.

Effekt på organismer.

Alg.  $EC_{50} = 2,4$  mg/L, *Chlorella pyrenoidosa*, 96 h

Evertebrat.  $EC_{50} = 0,44$  resp  $5,6$  mg/L, *Daphnia*, 48 h, två olika undersökningar

$EC_{50} = 0,1$  mg/L, *Daphnia magna*, 21 d

Fisk.  $LC_{50} = 5,8$  mg/L, *Poecilia reticulata*, 96 h

Mikrotox  $EC_{50} = 102$  mg/L, 15 min

◆ **MERKAPTOBENSOTIASOL**

Synonym: 2-benzothiazolethiol Eng: 2-Mercaptobenzothiazole

CAS 149-30-4  $C_7H_5NS_2$

Molvikt	Smältpunkt	Densitet
167,2	181 °C	1,42 kg/dm <sup>3</sup>

**Vattenmiljö.**

Nitrifikationshämmande substans: 75% inhibering vid 3 mg/L.

Effekt på organismer.

Fisk  $LC_{50} = 2$  mg/L, *Carassius auratus*, 48 h

Mikrotox  $EC_{50} = 0,68$  mg/L, 30 min

## KAPITEL 12. SVAVELFÖRENINGAR.

### ◆ METYLDITIOKARBAMAT, NATRIUM/KALIUMSALT.

CAS 137-42-8       $\text{CH}_3\text{NHCS}_2^- \text{Na}^+$

CAS 137-41-7       $\text{CH}_3\text{NHCS}_2^- \text{K}^+$

Synonymer: Metam(-natrium resp -kalium), vapam (kaliumsaltet)

**Fysikaliska egenskaper, Na-saltet:**

Molvikt	Smältpunkt	Ångtryck	Löslighet
129,2	sd	3 kPa/25 °C	722 g/L

### **Användning.**

Färglösa (vita) med användning som biocid i kylvattensystem och som slembekämpningsmedel.

### **Hälsa.**

AFS. -

### **Vattenmiljö.**

VAV:-

Som nedbrytningsprodukt kan metylisotiocyanat bildas.

Inhiberar ammoniumoxidation:

Halt, mg/L	% inhibering
0,9	75%
2,6	91%
12,9	99,5%

Effekt på organismer.

Fisk.       $\text{LC}_{50} = 0,24 \text{ mg/L}$ , *Salmo gairdneri*, 96 h

### ◆ TIOCYANATER/ISOTIOCYANATER

Tiocyanater kan tänkas som estrar av tiocyansyra av allmän sammansättning  $\text{R-S-C}\equiv\text{N}$ . De isomera föreningarna  $\text{R-N}=\text{C}=\text{S}$  kallas isotiocyanater.

### ◆ METYLENDITIOCYANAT.

Synonymer: metylenbistiocyanat, MBT

CAS 6317-18-6       $\text{CH}_2(-\text{S-C}\equiv\text{N})_2$

### **Användning.**

Som biocid i kylvattensystem.

## KAPITEL 12. SVAVELFÖRENINGAR

### Hälsa.

AFS. -

### Vattenmiljö.

VAV. -

Hydrolyseras med ökande hastighet vid stigande pH. Halveringstid 21 h i neutral lösning, 2 h vid pH = 9.

Har giftverkan på BOD-bestämning vid 0,3 mg/L.

Biologiska nedbrytningsförsök är utförda men svårtolkade (*KemI 6/91*).

### Effekt på organismer.

Alg.  $EC_{50} = 0,04$  mg/L, *Chlorella pyrenoidosa*, 96 h.

Evertebrat.  $EC_{50} = 0,025$  mg/L resp 0,07 mg/L, *Daphnia magna*, 48 h, pH=6 resp pH=8.

Fisk.  $LC_{50} = 0,08$  mg/L, *Salmo gairdneri*, 14 d

Microtox  $EC_{50} = 0,023$  mg/L, 15 min

### ◆ METYLISOTIOCYANAT.

CAS 556-61-6  $CH_3-N=C=S$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet
73,1	34 °C	118 °C	2,5 kPa/20 °C	1,07 kg/dm <sup>3</sup>	8 g/L

### Beskrivning.

Färglösa (vita) kristaller med skarp tårretande lukt, påminnande om pepparrot.

### Användning.

Som bekämpningsmedel i växthus; vid biokemisk analys.

### Hälsa.

AFS. -

### Vattenmiljö.

VAV. -

Inhiberar ammoniumoxidation med 75% vid halten 0,8 mg/L.

### Effekt på organismer.

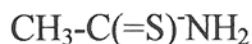
Fisk  $LC_{50} = 0,4$  mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h



## KAPITEL 12. SVAVELFÖRENINGAR.

### ◆ TIOACETAMID

CAS 62-55-5



Molvikt	Smältpunkt	Löslighet
75,1	114 °C	160 g/L

#### Hälsa.

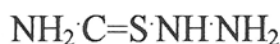
AFS. Cancerframkallande ämne grupp B. (Får enligt 9§ hanteras endast efter tillstånd av yrkesinspektionen).

Vattenmiljö, se under tiourea

### ◆ TIOSEMIKARBAZID

Synonym: Aminotiourinämne

CAS 79-19-6



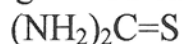
Molvikt	Smältpunkt
91,1	183 °C (sd)

Vattenmiljö, se under tiourinämne nedan.

### ◆ TIOURINÄMNE.

Synonym: Tiourea, tiokarbamid. Eng: Thiourea

CAS 62-56-6



Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet
76,1	177 °C			1,4 kg/dm <sup>3</sup>	8,3% vikt

#### Hälsa.

AFS. Cancerframkallande ämne grupp B. (Får enligt 9§ hanteras endast efter tillstånd av yrkesinspektionen).

#### Vattenmiljö.

VAV. -

Uppges vara ej lätt nedbrytbart och ha måttlig till medelhög giftighet gentemot alger, fisk och kräftdjur (*KemI 1/94*).

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 3400 mg/L, 30 min.

De tre föregående ämnena är alla starka hämmare av ammoniumoxidation. (Ett närbesläktat ämne, allyl tiourea, används just i detta syfte vid bestämning av BOD<sub>7</sub> enligt Svensk standard).

## KAPITEL 12. SVAVELFÖRENINGAR.

Ämne	Halt mg/L	% inhibering
Tiourea	0,076	75
	0,152	77
	0,76	96
Tioacetamid	0,53	75
	7,5	100
Tiosemikarbazid	0,18	75

(Olika undersökare i dålig överensstämmelse).

### ◆ XANTATER (=XANTOGENATER)

Synonym: Rubrikens beteckning används (något föråldrat) för salter/estrar av ditiokolsyra.

Formeln kan skrivas som  $M^+ROCS_2^-$ , med  $R = C_2H_5 - C_5H_{11}$  och  $M^+ = Na^+, K^+$   
CAS-nummer för några vanligt använda xantater (X):

	Etyl-	Isopropyl-	Isobutyl-	Amyl-
Na <sup>+</sup>	140-90-9	140-93-2	25306-75-6	7607-99-0
K <sup>+</sup>	140-89-6	140-92-1	13001-46-2	2720-73-2

#### Beskrivning.

Gula kristaller med stickande lukt, lösliga i vatten.

#### Användning.

Mångsidig användning: flotationsreagens vid anrikning av sulfidmalmer, i gummi, i korrosionsinhibitorer och smörjolja, laboratoriearbete. Förbrukning i Sverige 220 - 2200 ton/år (1988).

#### Hälsa.

##### AFS. -

Akut toxicitet, rått, oralt:  $LD_{50} = 0,5 - 1$  mg/kg för etylxantat, ca 1000 mg/kg för övriga.

Sönderfaller till koldisulfid, och de toxiska effekterna korreleras till koldisulfidbildningen.

#### Vattenmiljö.

##### VAV. -

Bildar starka komplex med många metaller, t ex bly, zink. Omvandlas i vattenmiljö huvudsakligen till monotiokarbonat, men kan också hydrolyseras till alkohol (ROH) och koldisulfid. Nedbrytningsförloppet beror bl a av pH.

## KAPITEL 12. SVAVELFÖRENINGAR.

Mätningar i avloppsvatten nedströms svenska anrikningsverk har gett halter från under 2 µg/L till som högst 360 µg/L. Halten av nedbrytningsprodukten, dvs motsvarande monotiokarbonat, har i allmänhet legat 5 - 10 gånger högre. Biologisk nedbrytbarhet är låg, BOD/COD < 0,03.

Upptagna på "40-listan" (*KemI 10/89*) och bedöms som "miljöfarliga".

Nordiskt preliminärt förslag: R50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Effekt på organismer.

Akut toxicitet (X = xantat):

Species:	Na/K-isopropyl-X	K-amyl-X	Na-isobutyl-X
Alg, EC <sub>50</sub> , pH=6,5	0,025 mg/L	0,10 mg/L	0,32 mg/L
Daphnia magna, LC <sub>50</sub> (96 h)	0,6 - 10 mg/L	0,1 - 1,0 mg/L	0,1 - 1,0 mg/L
Salmo gairdneri, LC <sub>50</sub> (96 h), pH≈8, 10 °C	32 - 320 mg/L	18 - 56 mg/L	56 - >100 mg/L

Synergistisk effekt har noterats vid samtidig närvaro av xantat och Cd, Pb och Cu, med upp till 25 gånger högre giftighet för fisk.

Effekter av sönderfallsprodukten monotiokarbonat är inte kända.

## 13. NÅGRA FUNKTIONSGRUPPER.

I detta avsnitt några ämnesgrupper som fyller en viss funktion eller ingår i en viss verksamhet. Här behandlas tensider (13.1), komplexbildare (13.2), fotokemikalier (13.3) och konserveringsmedel (13.4).

### 13.1 TENSIDER.

Tensider är (organiska) ämnen som redan vid låga halter sänker vattens ytspänning, dvs de är ytaktiva ämnen. De verkar därför rengörande och ingår i tvätt- och rengöringsmedel, och också i många andra kemiska produkter. Ytaktiva ämnen är uppbyggda så att en del av molekylen är vattenlöslig (hydrofil del) och en del är inte vattenlöslig (hydrofob del, kan också kallas lipofil del. Hydrofob betyder "rädd för vatten", lipofil betyder "vän av fett"). Ytaktiva ämnen tenderar att ansamlas i gränssytor mellan vatten och luft, vatten och olja osv. Flytande fosfatfria tvättmedel innehåller förhållandevis stora mängder tensider, vilket ger dem ett högt BOD. Lägst i detta avseende ligger fosfatbaserade tvättmedel, medan zeolit/polykarboxylatbaserade intar en mellanställning. Dessa innehåller i gengäld mycket suspenderad substans. Tvättmedels andel av reningsverkens belastning har angetts till 7% av BOD, 2% av suspenderad substans och 6% av fosfor.

Det finns ett stort antal olika tensider i praktiskt bruk, och här behandlas ett fåtal. Det finns en omfattande litteratur om dem (t ex *NV Rapport PM 1999 från 1986*, *KemI Rapport 7/90*, "Rena fakta" från *NV*, 1992, "Bra kemval", 1992, *Wahlberg 1995*).

Beroende på vilken laddning den vattenlösliga delen har brukar tensider delas in i fyra huvudgrupper:

- anjoniska, med negativ laddning på den hydrofila (vattenlösliga) delen. (Ex: vanlig tvål).
- katjoniska, med positiv hydrofil grupp (Ex: kvartära ammoniumsalter)
- nonjoniska, med oladdad grupp (Ex: nonylfenoletoxylater)
- amfotera, med både positiv och negativ laddning på den hydrofila gruppen (Ex: betainer).

#### 13.1.1. ANJONISKA TENSIDER.

##### ◆ FETTSYRASALTER (TVÅLAR, SÅPOR)

Natrium- eller kaliumsalter av olika fettsyror, R-COOH, bildar vanliga tvålar (Na-salter) eller såpor (K-salter). Kedjor med 12 - 18 kolatomer har bäst tvätt-effekt. De bildar svårösliga föreningar med kalcium och magnesium, dvs i hårt vatten. Fettsyrorerna kan utvinnas från bl a tall-, kokos-, palm- eller olivolja. De betraktas som biologiskt nedbrytbara. Omättade kedjor bryts ned snabbare än mättade.

De är giftiga mot fisk, särskilt i mjukt vatten.

##### ◆ SULFATER.

Fettalkoholsulfater, R - O - SO<sub>3</sub><sup>-</sup> Na<sup>+</sup>, kan ingå i handdiskmedel och flytande rengöringsmedel. De betraktas som biologiskt lätt nedbrytbara, åtminstone om kolkedjan är rak. Oxo-alkoholsulfater, OAS, innehåller grenade och därmed mer svårnedbrytbara kolkedjor.

## KAPITEL 13. 1. TENSIDER

De är giftiga för vattenlevande organismer, och giftigheten ökar med ökande längd hos kolkedjan. För natriumdodekylsulfat (=laurylsulfat), CAS 151-21-3, finns ett Mikrotox  $EC_{50} = 1,2 \text{ mg/L}$ , 30 min.

Vanligt förekommande är etoxylerade alkoholetersulfater, R - O - (-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>-SO<sub>3</sub><sup>-</sup> Na<sup>+</sup>. Etergrupperna ökar vattenlösligheten och ger mindre känslighet för hårt vatten. Nedbrytbarheten minskar med ökande antal etergrupper. Under cirka 10 etergrupper är de biologiskt lätt nedbrytbara. De är allmänt något giftigare för fisk än motsvarande alkoholsulfat, men toxiciteten avtar med ökat antal etergrupper.

### ◆ LINJÄRA ALKYL-BENSENSULFONATER, LAS.

CAS 42615-29-2      R-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>SO<sub>3</sub><sup>-</sup> Na<sup>+</sup>

Från ca 1950 började alkyl-bensensulfonater med grenad kolkedja användas i tvättmedel m m. De bröts inte ned i reningsverk utan gick ut till recipienten. Där orsakade de gifteffekter och kraftig skumning. De ersattes under 1960-talet av tensider med raka kolkedjor.

Den hydrofoba delen i LAS består av en 10 till 14 kolatomer lång rak kedja. På denna är fäst en bensensulfonatgrupp, -C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>SO<sub>3</sub><sup>-</sup>(Na<sup>+</sup>, i allmänhet används natriumsaltet). Tekniska produkter består av en blandning av likartade föreningar med olika kolkedjelängd och placering av bensensulfonatgruppen längs kedjan. De är vita pulver eller svagt färgade viskösa vätskor.

LAS har utmärkta rengöringsegenskaper och stor användning (5700 ton i Sverige år 1990). De är känsliga för hårt vatten och bildar där svårslösliga fällningar med kalcium och magnesium. I inkommande vatten till reningsverk finns därför både LAS löst i vatten (halt cirka 1 - 5 mg/L) och även LAS utfällt med kalcium eller bundet till fasta partiklar i vattnet.

### Miljö, allmänt.

LAS bryts ner i mark under aeroba förhållanden med halveringstiden 35 d noterad vid ett fältförsök. LAS som bundits starkt till markpartiklar bryts ned mycket långsammare (år). Utfällning eller bindning av tensider till fasta partiklar tycks minska toxiciteten men förlänger tiden för nedbrytning. Nedbrytningshastigheten påverkas också av fenylsulfonatgruppens placering i kedjan, varvid en terminal placering är fördelaktig (dvs i slutet av kedjan).

Visst upptag av LAS till växtrötter har konstaterats, dock utan märkbar effekt på växten. Den akuta toxiciteten gentemot däggdjur är obetydlig ( $LD_{50} > 1 \text{ g/kg}$ , råttor). (NV "Rena fakta", 1992)

Nordiskt förslag till klassificering av LAS: R 51/53 (Giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön); och för dodekylbensensulfonsyra (CAS 27176-87-0) och flera av dess salter: R 50/53 (Mycket giftigt för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön).

### Vattenmiljö.

VAV. Generellt gränsvärde för anjontensider på  $50 \text{ g/m}^3$ . Iib: Behandlingsbara i begränsad omfattning.

Partikelbundet LAS avskiljes i reningsverk till slammet. Löst LAS bryts till stor del ner i aktiv-slam steget. Rötning av slammet (anaerob behandling) bryter ej ner LAS.

Halt i utgående vatten är vanligen under  $0,2 \text{ mg/L}$ , och i slam under  $1000 \text{ mg/kg}$ .

### Effekt på organismer.

Alg  $IC_{50} = 9 \text{ mg/L}$ , Scenedesmus, 72 h. Antal C = 11-12.

Evertebrat  $EC_{50} = 1,2 - 8 \text{ mg/L}$ , Daphnia, 48 h. Medelantal C = 11,8

Fisk  $LC_{50} = 0,7 \text{ mg/L}$ , Pimephales promelas, 96 h. C = 11,8

### 13.1.2. NONYLFENOL OCH ETOXYLERADE NONYLFENOLER.

Genom att reagera nonylfenol,  $C_9H_{19}-C_6H_4-OH$ , med etylenoxid,  $CH_2-O-CH_2$ , erhålles etoxylerade nonylfenoler,  $C_9H_{19}-C_6H_4-(OCH_2CH_2)_m-OH$ , med från två till cirka 80 etylenoxidgrupper, dvs  $m=2-80$ . (Även andra alkylgrupper än nonyl som oktyl- och dodekyl-kan förekomma, men här betraktas endast fallet att det är en nonylgrupp. Nonylgruppen är oftast grenad.) Produkten (eller produktblandningen) används som komponent i tvätt- och vätmedel ( $m < 10$ ), i diskmedel ( $m \approx 20$ ), i emulgatorer ( $m \approx 30$ ) och i dispergeringsmedel ( $m$  upp mot 80). Produkten är exempel på en sk nonjonisk (oladdad) tensid. Förbrukningen i Sverige var 3000 ton år 1988 men har minskat något till ca 2000 ton år 1994.

#### ◆ NONYLFENOLETEOXYLATER.

Synonymer: NFE, Alkylfenoletoxylat (AFE), etoxylerade alkylfenoler, alkylfenoletylenoxidaddukt, alkylfenolpolyglykoleter.

CAS 9016-45-9 (då  $m=3$ ).

De är vätskor med densitet 1- 1,1 kg/L . Lösligheten i vatten stiger med ökande antal etoxidgrupper. Log Kow är omkring eller över 4 för NFE med  $m= 4-16$ .

### Hälsa.

#### AFS:-

Akut toxicitet mot däggdjur synes vara låg ( $LD_{50} = 2,6 \text{ g/kg}$  för råttor, oralt).

### Miljö, allmänt.

Vid nedbrytning i den yttre miljön av polyetoxylat bildas 4-nonylfenol och NFE med några få etylenoxidgrupper. Nedbrytningen, som går lättast då antalet etoxylatgrupper är mindre än cirka 10, sker enzymatiskt. Nonylfenol och lågetoxylerad nonylfenol är mer hydrofoba än de med många etoxidgrupper, och anrikas därför på slampartiklar. Vid slamstabilisering ökar halten nonylfenol ytterligare.

Mätningar från Göteborg 1994 har visat på halter omkring 5 - 10 µg/L i inkommande vatten.

De är upptagna på ”40-listan” (*KemI 10/89*).

### Vattenmiljö.

VAV:-

Nedbrytning har behandlats ovan.

### Effekt på organismer:

Akut toxicitet:

För flera fiskarter har LC<sub>50</sub>-värden i intervallet 1 - 6 mg/L angetts för NFE med 9-10 etoxidgrupper.

För marina musslor har LC<sub>50</sub> från <5 till >100 mg/L angetts.

Toxiska effekter som tillväxthämning och nedsatt reproduktion hos kräftdjur och fisk har observerats vid lägre halter, 0,1 - <1 mg/L.

Nedbrytningsprodukten nonylfenol är mer toxisk, se nedan.

### ◆ 4-NONYLFENOL.

Synonym: NFO, p-nonylfenol

CAS 104-40-5

C<sub>9</sub>H<sub>19</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-OH

(CAS 25154-52-3 för isomerblandning)

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Densitet	Löslighet	Log K <sub>ow</sub>
220,3	ca -10 °C	315 °C	10 Pa	0,95 g/L	låg	3 - 4,2

Anm. Lösligheten är av storleksordningen något mg/L.

### Beskrivning.

Färglös till gulaktig trögflytande vätska med svag lukt av fenol.

### Användning.

Råvara vid tillverkning av etoxylerad nonylfenol.

### Miljö, allmänt.

Är inte nedbrytbar anaerobt. Med adapterade mikroorganismer kan nedbrytning ske. Efter adaptering 43 dygn erhöles 56% nedbrytning efter 20 dygn un-

## KAPITEL 13. 1. TENSIDER

der aeroba förhållanden. I jord erhålles långtgående nedbrytning (cirka 90%) efter 1½ - 3 månader.

Ej lätt nedbrytbar enligt OECD 301 C.

Nonylfenol omfattas av en överenskommelse mellan NV, LRF och VAV rörande kvalitetssäkring av slam. Halten nonylfenol bör vara <100 mg/kg TS (år 1997: <50 mg/kg TS) i slam som används inom jordbruket (NV 1995, Rapport 4418).

I Göta älv har uppmätts 0,16 mg/L och ett ”bakgrundsvärde” från västkusten på 0,002 mg/L (1988/1989).

I slam från större svenska reningsverk ligger hälften av värdena i intervallet 40 - 120 mg/kg TS (NV 1995 i 4423).

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

### Vattenmiljö.

#### VAV:-

I flera kommuner (Stockholm, Göteborg, Malmö m fl) godtar inte huvudmannen för avloppsverket att nonylfenol(etoxylater) släpps till avlopp.

Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel).

#### Effekt på organismer.

Alg.

EC<sub>50</sub> = 1,5 mg/L, Chlorella, 24 h

EC<sub>50</sub> = 0,2 - 0,4 mg/L, Selenastrum, 72 h

Evertebrater.

EC<sub>50</sub> = 0,2 mg/L, Daphnia magna, 24 h

LC<sub>50</sub> = 0,3 - 0,4 mg/L, Crangon, 96 h

LC<sub>50</sub> = 3 mg/L, Mytilus (en mussla), 96 h

LC<sub>50</sub> = 0,14 mg/L, Mytilus, 850 h

Fisk.

LC<sub>50</sub>(96 h) för flera arter är i intervallet 0,1 - 0,9 mg/L.

Hämmad tillväxt hos mussla observerad vid 0,056 mg/L.

### 13.1.3 ANDRA NONJONISKA TENSIDER.

#### ◆ ALKOHOLETOXYLATER, AEO

Dessa utgör en grupp nonjontensider med stor användning i tvätt- och rengöringsmedel och utgör ett alternativ till nonylfenoletoxylater. Formeln kan allmänt skrivas som R-O-(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-)<sub>n</sub>H. Även propoxylater förekommer.



### **Vattenmiljö.**

Giftighet gentemot fisk ökar vanligen med ökande längd på kolkedjan (R) men minskar med antalet etergrupper. Nedbrytbarheten varierar åt ”motsatt” håll: ett ökande antal etergrupper minskar nedbrytbarheten. Propylenoxidgruppen är mer svårnedbrytbar än etylenoxidgruppen. AEO med rak kolkedja och upp till ca 20 etoxidgrupper är lätt nedbrytbara; för övriga kan en generell bedömning inte göras..

#### ◆ **FETTAMIDETOXYLATER, FAA**

Dessa användes i liten utsträckning i handdiskmedel och allrengöringsmedel. Kokosdiethanolamid har liknande struktur och användning.

### **Vattenmiljö.**

Anses vara biologiskt lätt nedbrytbara, åtminstone då antalet etoxylatgrupper är ringa. De uppges vara giftiga mot fisk, men detaljer är ej till hands. Kokosdiethanolamid är lätt nedbrytbart.

### 13.1.4 KATJONTENSIDER.

Dessa tensiders hydrofila del är positivt laddad, och det finns en balanserande negativ laddning (ofta kloridjon). De vanligaste är de s k kvartära ammoniumsalterna. Beroende på vilken hydrofob kolkedja som ingår får de olika egenskaper och användningsområde: mjukgörare för textilier, antistatmedel (i hårschampo), som desinfektionsmedel. Användningen av dem är i ökande.

#### ◆ **ALKYLBENSYLDIMETYLAMMONIUMKLORID, BENSALKONIUMKLORID** CAS 8001-54-5      $C_6H_5CH_2N(CH_3)_2-R Cl$ (R= $C_8H_{17}$ - $C_{18}H_{37}$ )

Används huvudsakligen som desinfektionsmedel.

Betraktas som ej lätt nedbrytbar och toxisk mot vattenorganismer, men inga kvantitativa data är till hands.

#### ◆ **ALKYLIMIDAZOLIUMSALTER.**

Dessa kan ingå i mjukgöringsmedel för textilier.

De uppges vara mera lätt nedbrytbara än kvartära ammoniumsalter men inga kvantitativa data är till hands.

#### ◆ **KVARTÄRA AMMONIUMFÖRENINGAR.** (Ytterligare information i *Kemi Rapport 6/91*)

## KAPITEL 13. 1. TENSIDER

### ◆ ALKYL-BENSYL-DIMETYLAMMONIUMKLORID

Ämnena kan skrivas som  $[(\text{CH}_3)_2(\text{R})\text{NCH}_2\text{C}_6\text{H}_5]^+\text{Cl}^-$ . R betecknar en alkylgrupp med åtta till arton kolatomer. Produkterna är blandningar av ämnen med något olika alkylgrupper. Exempel är

CAS 8001-54-5            C8 - C18 (bensalkonklorid)

CAS 68424-85-1        C12 - C16

CAS 68391-01-5        C12 - C18

De är katjontensider med hög vattenlöslighet. Några har biocid effekt och används i t ex kylvattensystem och fotobad för bekämpning av bakterier och alger.

Produkter som består av eller innehåller dessa kvartära ammoniumsalter är bl a Ivacid 50, Mitco CC-10L, Nalco 7328, Hyamine 3500, Germinol, Germitol, Zephirol.

### Vattenmiljö.

#### VAV. -

Nedbrytbarheten minskar med ökande längd på alkylgruppens kolkedja. Vid 0,1 mg/L av C12 - C16 i flodvatten erhöles 75% nedbrytning (mätt som koldioxidutveckling) efter 20 dygn. Ämnena adsorberas lätt på ytor, t ex på slampartiklar i reningsverk eller på lerpartiklar, vilket minskar den biologiska nedbrytningshastigheten. En biokoncentrationsfaktor på 42 har uppmätts. Nitriфикаtionshämmning är noterad vid 2 mg/L (gäller C12, ej acklimateriserat slam).

#### Effekt på organismer.

Alg.                             $\text{EC}_0 = 2 \text{ mg/L}$ , Scenedesmus, Chlorella, Nitzschia, C8 - C18

$\text{EC}_0 = 3,5 \text{ mg/L}$ , Chlorella, 72 h, tillväxthämning, C12 - C16.

Fisk.                             $\text{LC}_{50} = 1,7 \text{ mg/L}$ , Salmo gairdneri, C8 - C18

$\text{LC}_{50} = 0,5 \text{ mg/L}$ , Lepomis macrochirus, C12 - C16

Toxisk effekt på larv av fisk och mussla vid 0,2 mg/L (C8 - C18)

### ◆ DI(HYDRERAD TALGALKYL) DIMETYL AMMONIUMKLORID

Synonymer: DHTDMAC

CAS 61789-80-8         $\text{N}(\text{CH}_3)_2\text{R}_2\text{HCl}$

Molvikt	Smältpunkt	Densitet	Löslighet
≈570 g/mol	40-60 °C	0,9 kg/dm <sup>3</sup>	< 1µg/L ?

## KAPITEL 13.1. TENSIDER

### Beskrivning.

Utgörs av en blandning av kvartära ammoniumföreningar med kolvätekedjor av olika längd, typiskt 60-70 % av C18, 25-35% av C16, 1-5% av C14, och <2% av C12 och C20. Kommersiella preparat innehåller 10-15% isopropanol och ca 0,2% koksalt.

### Användning.

Starkt ytaktiv katjontensid. Används som textilmjukgörare och antistatmedel i sköljmedel.

### Hälsa.

AFS:-

### Vattenmiljö.

VAV: -

DHTDMAC binds starkt till sediment och andra partiklar, och har därför låg rörlighet. Nedbrytning sker långsamt i alla miljöer. I test baserat på CO<sub>2</sub>-bildning bröts knappt 3% ned inom 49 dygn; i tester baserade på BOD har 8-35% nedbrytning inom 20 dygn uppmätts. Bioackumulering är låg.

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

### Effekt på organismer.

Känsligheten för DHTDMAC kan variera kraftigt även inom en art

Alg. EC<sub>50</sub> = 0,03 - 0,2 mg/L, *Selenastrum capricornutum*

Evertebrat. LC<sub>50</sub> = 0,1 - 3 mg/L, *Daphnia magna*, 48 h

Fisk LC<sub>50</sub> = 0,3 - 0,6 mg/L, *Pimephales promelas*, 96 h

LC<sub>50</sub> = 1,7 - 2,6 mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h

### ◆ DISTEARYLDIMETYLAMMONIUMKLORID, DSDMAC

CAS 107-64-2

Namnet används ofta synonymt med DHTDMAC, se ovan.

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

### ◆ POLYAMMONIUMKVARTENÄR

CAS 31512-74-0 [-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-N(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-N(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-]. 2 Cl<sup>-</sup>  
(CAS 31075-24-8 för en snarlik förening)

## KAPITEL 13. 2. KOMPLEXBILDARE

### Användning.

Som biocid i kylvattensystem m m.

### Vattenmiljö.

Binds till sediment, slam och andra partiklar och har därför låg rörlighet. Stabil mot inverkan av ljus och mot hydrolys. Vattenlösligheten är hög, och bioackumulering låg. Nedbrytning tycks ej kunna ske anaerobt och sker långsamt aerobt: 50% vid halten 0,1 mg/L på 14 d (mätt som CO<sub>2</sub>-utveckling).

### ◆ PYRIDINIUMSALT, kvartärt

CAS 34941-69-0 [R-C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N<sup>+</sup>] X<sup>-</sup>

### Användning.

Vätmedel i fotografiska blekbad.

### Hälsa.

AFS.-

### Vattenmiljö.

VAV.-

Uppges vara ej lätt nedbrytbart samt vara nitrifikationshämmande (*Kemi* 1/94).

## 13.1.4 AMFOTERA TENSIDER.

Dessa tensider har två hydrofila grupper, en positivt och en negativt laddad. I sur miljö (lågt pH) verkar de därför som katjontensid och i alkalisk miljö som anjontensid. De används i liten utsträckning i Sverige men kan ingå i rengöringsmedel och schampo. De vanligaste typerna är betainer och tertiära aminoxider. Båda uppges vara lätt nedbrytbara, men detaljerade uppgifter finns ej till hands.

## 13.2 KOMPLEXBILDARE.

Nedan behandlas några ämnen som främst används för att avhärda vatten, dvs att komplexbinda kalcium och magnesium. Det finns en studie av deras inverkan i vattenmiljö (*Laurent m fl, 1988*). Ämnen som också kan ha denna funktion är fosfater och fosfonater (kap 2, Fosfor), karboxylsyror (kap 7) och zeoliter (kap 2, Kisel).

### ◆ DTPA, DIETYLENTRIAMINPENTAÄTTIKSYRA

Synonym: (karboxymetylimino)bis(etylenitrilo)tetraättiksyra.

CAS 67-43-6

$C_{14}H_{23}N_3O_{10}$

#### **Användning.**

Har liknande egenskaper och användning som EDTA, men huvudsakligen inom skogsindustri och mindre i konsumentprodukter. DTPA är en starkare komplexbildare än EDTA eller NTA.

### ◆ EDTA

Synonymer: Etylendiamintetraättiksyra

CAS 60-00-4

$C_{10}H_{16}N_2O_8$

#### **Beskrivning**

Vita kristaller, smältpunkt 245 °C, med tämligen låg löslighet i vatten, men högre om pH höjs. EDTA är en fyrvärd syra. I handeln finns ett flertal salter. Vanligt i bl a analytisk verksamhet är dinatriumsaltet, som är bättre lösligt i vatten än syran.

#### **Användning.**

Ingår med låg halt i ett flertal typer av disk-, tvätt- och rengöringsmedel. Har också spridd användning inom cellulosa-, textil-, grafisk-, metall- och läkemedelsindustri.

EDTA är en stark komplexbildare gentemot många metalljoner. I tvättmedel fungerar EDTA som avhårdare och som stabilisator av perborater. Dessa skulle annars kunna sönderdelas under lagring pga att deras sönderfall katalyseras av metaller, som finns närvarande som förorening (t ex koppar).

EDTA förstärker den bakteriedödande effekten hos biocider i desinfektionsmedel.

EDTA-dinatriumsalt, CAS 6381-92-6, har i stort samma användningsområde.

I fotografisk verksamhet används ammoniumjärnsaltet, CAS 21265-50-9.

#### **Hälsa**

AFS. -

#### **Miljö, allmänt.**

EDTA är biologiskt svårnedbrytbar. (OECD 301 E: 10% på 19 d). Under näringsfattiga betingelser sker viss mikrobiell nedbrytning. Kan brytas ner fotokemiskt, både av synligt ljus och av UV (gäller Fe(III)-komplexet). EDTA bioackumuleras ej.

Eftersom EDTA är en stark komplexbildare finns det en möjlighet att EDTA skulle bringa svårlösliga metallföreningar i lösning. I reningsverk med kemisk fällning torde överskottet av fällningsmetallen (järn, aluminium) göra denna effekt försumbar. Komplex mellan EDTA och trevärt järn är starkare än komplex med tvåvärda joner som kvicksilver, kadmium m fl. Effekten är ej påvisad experimentellt vid behandling av avloppsvatten.

**Vattenmiljö.**

VAV. Gränsvärde 10 g/m<sup>3</sup>. IIc: Behandlingsbart i begränsad omfattning.  
Tysk vattenriskklass: 2 (riskabel).

Effekt på organismer.

Alg	IC <sub>LO</sub> = 11 mg/L, Scenedesmus, 8 d
Evertebrat	EC <sub>50</sub> = 625 mg/L, Daphnia, 24 h, som Na <sub>4</sub> EDTA.
Fisk	LC <sub>50</sub> = 60 mg/L, Pimephales promelas, mjukt vatten.

◆ **NTA, NITRILOTRIÄTTIKSYRA**

CAS 139-13-9 N(CH<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>H)<sub>3</sub>

**Användning.**

Har liknande användning som EDTA i de fall där dess allmänt svagare förmåga till komplexbildning kan accepteras. Trinatriumsaltet (CAS 5064-31-3) har samma användning

**Hälsa.**

AFS. -

Har i höga doser framkallat cancer hos råttor, men bedöms inte vara cancerframkallande så länge som dosen hålls låg.

**Miljö, allmänt.**

Kan brytas ner fotokemiskt, men långsammare än vad EDTA eller DTPA gör. NTA kan brytas ner biologiskt i reningsverk, bättre i aktivt slam än i biobäddar. OECD 301C: nedbrytbar till >95% , 28 d.

NTA bioackumuleras ej.

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

**Vattenmiljö.**

VAV. Gränsvärde 10 mg/L.

Effekt på organismer

Alg.	IC <sub>LO</sub> = 8 mg/L, Scenedesmus, 7 d
Evertebrat	EC <sub>50</sub> > 560 mg/L, Daphnia, 48 h
Fisk	LC <sub>50</sub> = 98 mg/L, Salmo gairdneri, 96 h LC <sub>50</sub> = 120 mg/L, Pimephales, 96 h.

Mikrotox EC<sub>50</sub> = 1000 mg/L, 15 min

### ◆ POLYKARBOXYLATER.

Högpolymera karboxylater (molvikt typiskt > 70000), t ex polyakrylsyra och polymaleinsyra, används i tvättmedel för att komplexbinda kalcium och magnesium. De avhärdat alltså vatten, och kan ersätta fosfater i tvättmedel, helt eller delvis. Vanlig halt i tvättmedel är några procent, vilket kan beräknas leda till att halten i avloppsvatten till reningsverk blir något mg/L. De har också en flockbildande effekt och används därför inom vattenbehandling.

### Miljö, allmänt.

Polyakrylater har studerats mera ingående p g a att de bryts ned långsamt, både i mark och vatten. Rörligheten i jord är obetydligt, liksom upptaget i växter. Detta är en följd av den höga molekylvikten. Toxiciteten är låg: en halt på upp till 400 mg/kg jord är utan effekt på växter, halt 0,1 - 4000 mg/kg i jord är utan inverkan på dagmask. De är inte toxiska mot däggdjur ( $LD_{50} > 5$  g/kg, råtta, via munnen).

### Vattenmiljö.

I avloppsreningsverk sker nästan ingen biologisk nedbrytning, utan de avskiljes med slammet till >90%.

### Effekt på organismer.

Alg och kräftdjur.  $EC_{10} > 200$  mg/L, arter ej angivna, 96 h

Fisk.  $LC_{50} > 200$  mg/L, *Brachydanio rerio*, 96 h.

## 13.3. FOTOKEMIKALIER.

Fotografisk verksamhet faller under punkt 95.03 i miljöskyddsförordningens bilaga (1989:364).

Ett stort antal kemikalier kan komma till användning inom fotografisk verksamhet. Av oorganiska ämnen används mest natrium-, kalium- eller ammoniumsalter av sulfid, tiosulfat och tiocyanat. Organiska föreningar fungerar som framkallare, tensider, lösningsmedel, komplexbildare m m. SNV har utgivit ett branschfaktablad (NV, *Fotografisk verksamhet, mars 1994*), och från kemikalieinspektionen finns en rapport från tillsynsprojekt avseende fotokemikalier (*KemI Rapport 1/94*).

### Framkallningsbad kan innehålla:

- framkallningsämne (nedan behandlas några sådana, hydrokinon i kap. 5.
- oxidationsskyddande medel (sulfid el dyl., se kap 2, Svavel)
- antislöjmedel (benzotriazol nedan)
- accelerator (alkali, behandlas ej separat)
- avhärdat (komplexbildare, se sektion 13.2 ovan)
- vätmedel (tensider, se sektion 13.1 ovan).

### KAPITEL 13. 3. FOTOKEMIKALIER

Stoppbad består vanligen av

- ättiksyra eller svavelsyra (kap 7 resp 2),
- härdningsmedel (aluminiumsalter eller glutaraldehyd, kap 2 resp 6)

Fixerbad består av ämnen som bildar starka komplex med silverjon (salter av tiosulfat eller tiocyanat, se under Svavel, kap 3), samt av oxidationsskydd.

Blekbad kan innehålla

- blekmedel (ammonium-järn-EDTA, sektion 13.1, ferricyanid, se nedan)
- syra (ättiksyra eller p-toluensulfonsyra, se nedan)
- lösningsmedel (t ex N-metylpiperolidon, se nedan)

Omvändningsbad kan innehålla

- bikromat, svavelsyra och sulfaminsyra (svartvitt foto; se resp ämnen)
- reduktionsmedel som tenn(II)klorid (färgfoto; se kap 2 under Tenn).

Stabiliseringsbad innehåller oftast någon aldehyd (kap 6).

Ytterligare några ämnen som kan användas i fotografisk verksamhet behandlas även här nedan.

VAV anger inga gränsvärden för fotokemikalier, förutom 0,5 g/m<sup>3</sup> avseende silver, men bedömer hydrokinon med "IIa", färgkopplare och fenidon med "IIc", och färgframkallare också med "IIc" och tillägget att "badvätskor uppsamlas och regenereras eller destrueras". Vid bedömning av fotokemikalier, särskilt framkallare, bör det observeras att ämnena ändras i processen. Framkallare oxideras t ex, och uppgifter om reaktionsprodukter har i allmänhet inte stått att finna.

I många fall saknas nedan fysikaliska data. För "normalkonsumenten" är detta av mindre vikt, då i allmänhet färdigberedda blandningar i vattenlösning används.

#### ◆ p-AMINOFENOL.

Synonymer: 4-aminohydroxibensen, 4-hydroxianilin, Rodinal, Activol.

CAS 123-30-8                      NH<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-OH

#### **Användning.**

Fast ämne (smältpunkt 190 °C) som används som framkallare för såväl svartvitt som färg.

#### **Hälsa.**

AFS.-



**Vattenmiljö.**

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

Mikrotox  $EC_{50} = 0,8 \text{ mg/L}$ , 30 min

◆ **BENSOTRIAZOL.**

Synonymer: 1,2,3-benzotriazol, 1,2,3-triazainden, aziminobensen.

CAS 95-14-7                       $C_6H_5N_3$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Ångtryck	Löslighet
119,1	99 °C	sd	1 mPa	10 g/L

**Användning.**

Antislöjmedel i framkallningsbad. Korrosionsinhibitor, används på kopparföremål.

**Hälsa.**

AFS.-

**Vattenmiljö.**

Ej lätt nedbrytbart (*Kemi 1/94*; inga andra data).

◆ **tert-BUTYLAMINBORAN**

Synonymer: TBAB, boran-tert-butylaminkomplex

CAS 7337- 45-3                       $(CH_3)_3CNH_2.BH_3$

**Användning.**

I omvändningsbad för färgframkallning för reduktion av oexponerad silverbromid.

**Hälsa.**

AFS.

**Vattenmiljö.**

Uppges vara ej lätt nedbrytbart och vara mycket giftigt mot kräftdjur (*Kemi 1/94*).

◆ CD-2

Synonymer: 2-amino-5-dietylaminotoluenhydroklorid, Tolochrom, Activol 2, Colour Developer 2.  
CAS 24828-38-4

**Användning.**

Framkallningsämne (färg) för spelfilm.

**Hälsa.**

AFS.

**Vattenmiljö.**

Uppges ha hög toxicitet mot både kräftdjur och fisk (*Kemi 1/94*). Ej lätt nedbrytbart.

◆ CD-3

Synonymer: 4-N-etyl-4-N-(2-metylsulfonamidoetyl)-2-metyl-1,4diaminobensen seskvisulfat monohydrat, Mydochrome, Activol 3, Colour Developer 3.  
CAS 25646-71-3

**Användning.**

Framkallningsämne (färg) för spelfilm och amatörfilm.

**Hälsa.**

AFS.

**Vattenmiljö.**

Uppges ha medelhög/hög toxicitet mot både kräftdjur och fisk (*Kemi 1/94*). Ej lätt nedbrytbart.

Oxideras enligt leverantör till en mindre toxisk men mer svåredbrytbar produkt.

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

◆ CD-4

Synonymer: 4-N-etyl-4-N-(2-hydroxyetyl)-2-metyl-1,4diaminobensen sulfat, Colour Developer 4.  
CAS 25646-77-9

**Användning.**

Framkallningsämne (färg) för amatörfilm.

**Hälsa.**

AFS.-

**Vattenmiljö.**

Uppges ha medelhög/hög toxicitet mot kräftdjur och fisk (*Kemi 1/94*). Ej lätt nedbrytbart.

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

◆ **1-FENYL-3-PYRAZOLIDINON**

Synonymer: Fenidon, Efidon, Graphidon, Eng.: 1-phenyl-3-pyrazolidinone

CAS 92-43-3

$C_6H_5-N_2C_3H_5O$

**Användning.**

Framkallningsämne för svartvitt och färg, ofta tillsammans med hydrokinon.

**Hälsa.**

AFS.

**Vattenmiljö.**

Medelhög toxicitet mot fisk och kräftdjur; låg mot alger. Ej lätt nedbrytbar. (*Kemi 1/94*).

Mikrotox  $EC_{50} = 3 \text{ mg/L}$ , 5 min

◆ **HYDROKINONMONOSULFONAT, KALIUMSALT**

Synonymer: 2,5-dihydroxybensensulfonsyra kaliumsalt.

CAS 21799-87-1

**Användning.**

Färgframkallningsämne.

**Hälsa.**

AFS.

**Vattenmiljö.**

Lätt nedbrytbart, men den primära nedbrytningsprodukten (hydrokinondisulfonat) tycks vara svårnedbrytbar. Hög till medelhög toxicitet mot kräftdjur och fisk (*Kemi 1/94*).

◆ **KALIUMFERRICYANID.**

Synonymer: Rött blodlutsalt, kaliumhexacyanoferrat(III), ferricyankalium.

CAS 13746-66-2       $K_3[Fe(CN)_6]$

Molvikt	Smältpunkt	Densitet	Löslighet
329,3	sd	1,85 kg/dm <sup>3</sup>	>25% vikt

**Användning.**

Som blekmedel och försvagare.

**Hälsa.**

AFS.

**Vattenmiljö.**

Tycks ha måttlig toxicitet gentemot fisk och kräftdjur. Samma gäller det tvåvärdade komplexet, som bildas i processen (ferrocyanid). (*Kemi 1/94*).

En indirekt giftverkan uppges kunna uppkomma under inverkan av solljus, som frigör cyanid. Toxisk effekt är observerad vid 0,2 mg/L av ferri- eller ferrocyanidjon.

◆ **KANELSYREDISULFID.**

Synonymer:  $\beta,\beta$ -ditiobisdihydrokanelnsyra

CAS 63684-32-2

**Användning.**

I framkallningstankar för att hindra uppkomst av silverslam.

**Hälsa.**

AFS.

**Vattenmiljö.**

Uppges vara ej lätt nedbrytbar. Inga data beträffande inverkan på organismer. (*Kemi 1/94*).

## KAPITEL 13.4. DESINFEKTIONS/KONSERVERINGSMEDEL

### ◆ 4-METYLAMINOFENOLSULFAT

Synonymer: Metol, Rhodol, Elon, Graphol

CAS 55-55-0  $(\text{CH}_3\text{NHC}_6\text{H}_4\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$

#### **Användning.**

Svart-vit framkallare.

#### **Hälsa.**

AFS.-

#### **Vattenmiljö.**

Ej lätt nedbrytbar och har hög toxicitet gentemot fisk och kräftdjur. (*Kemi* 1/94).

### ◆ N-METYL-2-PYRROLIDINON

Synonymer: NMP, M-Pyrol

CAS 872-50-4  $\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet	Löslighet
99,1	-24 °C	202 °C	1,03 kg/dm <sup>3</sup>	”hög”

#### **Användning.**

Som lösningsmedel i framkallnings- och fixerbad. Ämnet har dessutom fått användning som ersättningsmedel för klorerade lösningsmedel inom verkstadsindustri vid avfettning.

#### **Hälsa.**

AFS.-

#### **Vattenmiljö.**

Lätt nedbrytbart enligt fabrikantens data. Toxicitetsdata saknas.

## 13.4 DESINFEKTIONS/KONSERVERINGSMEDEL.

Konserveringsmedel används för att hindra mikroorganismer från att förstöra en produkt, t ex livsmedel eller flytande rengöringsmedel. Allmänt torde miljöeffekterna av konserveringsmedel vara begränsade med tanke på att de förekommer i låga halter och därför i små totalmängder. Själva idén med dessa ämnen är dock att hämma mikrobiell tillväxt, varför tillförsel till reningsverk eller recipient i sig inte är positivt. Stor enstaka tillförsel skulle t ex kunna ske vid tömning av större kylvattensystem innehållande biocider.

Många konserveringsmedel kan framkalla överkänslighet. Produkter innehållande konserveringsmedel bör granskas noga ur arbetsmiljösynpunkt. De behövs ej i torra eller högkoncentrerade (tensidhalt >ca 30%) produkter, ej heller i starkt sura (pH<2) eller alkaliska (pH>10) produkter.

Välkända från livsmedel är många organiska syror (ättiksyra, bensoesyra m fl) och oorganiska ämnen som koksalt, sulfiter och nitrit. Dessa ämnen har behandlats tidigare. Här behandlas ytterligare några; de flesta med komplicerad kemisk struktur.

◆ **1,2-DIBROM-2,4-DICYANBUTAN**

CAS 35691-65-7       $C_6H_6Br_2N_2$

Synonymer: 2-bromo-2-(bromometyl)pentandinitril,

**Användning.**

Ersättningsmedel för Kathon, ingår bl a i Euxyl K400. Biocid i flytande tvål och kosmetika, limmer, latexfärger.

**Vattenmiljö.**

Effekt på organismer.

Fisk       $LC_{50} = 9-12 \text{ mg/L, Salmo gairdneri, 96 h}$

◆ **2-BROM-2-NITRO-1,3-PROPANDIOL**

CAS 52-51-7

Bronopol, Bronosol, BNPD

Molvikt	Smältpunkt	Ångtryck	Löslighet
200	133 °C	ca 2 mPa	250 g/L

**Användning.**

Färger, skärvätskor, kylsystem. Är speciellt verksam gentemot *Pseudomonas aeruginosa*.

**Vattenmiljö.**

Effekt på organismer.

Fisk       $LC_{50} = 20 \text{ mg/L, Salmo gairdneri, 96 h}$

Bryts ned till bromnitropropan, om vilken inga uppgifter hittats.

◆ **1-BROM-3-KLOR-5,5-DIMETYLHYDANTOIN**

CAS 16079-88-2  $C_7H_8BrClO_2$

CAS 126-06-7 för isomeren 3-brom-1-klor...

Synonym: Bromicid

**Användning.**

Används för algbekämpning i simbassänger och kylvattensystem.

**Vattenmiljö.**

Bryts snabbt ned till de egentligt aktiva ämnena (kloraminer, bromamin, hypoklorit m fl) och dimetylhydantoin. Denna är i sin tur lätt nedbrytbar.

Effekt på organismer.

Evertebrat.  $LC_{50} = 0,5$  mg/L, *Daphnia magna*, 48 h

Fisk  $LC_{50} = 0,9$  mg/L, *Salmo gairdneri*, 96 h  
 $LC_{50} = 2,2$  mg/L, *Pimephales promelas*, 96 h

Nedbrytningsprodukten dimetylhydantoin är lågttoxisk,  $LC_{50} = 1300$  mg/L för *Daphnia* och 6100 mg/L för *Salmo gairdneri*.

◆ **KATHON**

"Kathon" är handelsnamn för blandningar innehållande varierande halter av isotiazoler i vatten:

CAS 26172-55-4 5-klor-2-metyl-isothiazol-3-on (I) (Kathon CG)

CAS 2682-20-4 2-metyl-isothiazol-3-on (II) (Kathon CG)

CAS 26530-20-1 2-oktyl-4-isothiazolin-3-on (Kathon 893, Octhilonon)

**Användning.**

De har mångsidig användning som biocider i olika sammanhang: i kylvattensystem, i kosmetiska preparat som tvål, schampo, krämer, i färger. Halten aktiv substans är av storleksordningen 10 mg/kg i produkterna.

**Hälsa.**

AFS. -

Är allergiframkallande.

**Miljö, allmänt.**

Trots att de uppges vara fullständigt vattenlösliga (enligt fabrikant) har viss biokoncentration konstaterats,  $BCF = 50 - 300$  (I) resp  $BCF = 6 - 50$  (II) Biotisk nedbrytning går långsamt i jord eller flodvatten med 25 - 28% nedbrytning (mätt som koldioxidutveckling) efter 30 - 41 d.

**Vattenmiljö.**

VAV. -

Effekt på organismer. (Kathon CG)

Evertebrat  $EC_{50} = 0,1 - 0,15$  mg/L, *Daphnia magna*, 48 h

Fisk.  $LC_{50} = 0,08$  mg/L, *Brachydanio rerio*, 48 h  
 $LC_{50} = 0,3$  mg/L, *Cyprinodon variegatus*, 96 h

Mikrotox  $EC_{50} = 0,065$  mg/L, 15 min. (Avser CAS 26172-55-4).

◆ **METYL p-HYDROXIBENSOAT**

CAS 99-76-3  $C_6H_4CO_2CH_3$

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Löslighet
152,2	129 °C	270 °C, sd	2,5 g/L

**Användning.**

I livsmedel och kosmetika.

**Vattenmiljö.**

Uppges vara mikrobiellt nedbrytbar.

Effekt på organismer.

Mikrotox  $EC_{50} = 6,3$  mg/L, 30 min.

Inga andra data påträffade.

◆ **PARABENER**

Parabener är estrar av p-hydroxybensoesyra med stor användning i bl a livsmedel. De är lågtoxiska och kan förväntas vara lätt nedbrytbara. Data ges ovan för en sådan förening, metyl p-hydroxibensoat.

◆ **SORBINSYRA**

CAS 110-44-1  $CH_3CH=CHCH=CHCO_2H$

Synonym: 2,4-hexadiensyra

Molvikt	Smältpunkt	Kokpunkt	Densitet	Löslighet
112,1	136 °C	230 °C, sd	1,2 kg/dm <sup>3</sup>	2,5 g/L



## KAPITEL 13.4. DESINFEKTIONS/KONSERVERINGSMEDEL

### **Användning.**

Används i livsmedel

### **Vattenmiljö.**

Uppges vara biologiskt nedbrytbar.

### Effekt på organismer.

Fisk  $LC_{50} \approx 300$  mg/L, flera arter.

## 14. BLANDNINGAR, ÄMNESGRUPPER

### ◆ ALKALINITET OCH SURHETSGRAD (pH)

Surhetsgraden (pH-värdet) i ett naturligt vatten är av direkt betydelse för vattenlevande organismer. Indirekt har surhetsgraden betydelse genom att den påverkar löslighet och förekomstformer av många ämnen, t ex metaller.

Viktig är också vattnets förmåga att motverka förändringar i sitt pH-värde, dvs har god buffertkapacitet. Som mått på buffertkapaciteten används alkaliniteten. Enligt *NV AR 90:4* klassificeras naturvatten från 1 (mycket god buffertkapacitet) då  $\text{pH} \geq 7,1$  och alkaliniteten  $> 0,5$  mekv/L, till 5 (obetydlig eller ingen buffertkapacitet) då  $\text{pH} \leq 5,7$  och alkaliniteten  $\leq 0,01$  mekv/L.

Om inga andra protolyter än karbonatsystemets är närvarande kan man skriva: alkaliniteten =  $[\text{HCO}_3^-] + 2 [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+]$

Normalt är vätekarbonatjonen helt bestämmande för alkaliniteten.

Bestämning av alkalinitet och pH kan göras enligt Svensk standard 028139 resp 028122/2.

#### **Hälsa.**

Dricksvatten, pH: Anmärkning på teknisk grund vid  $\text{pH} < 7,5$  eller  $> 9,0$  (A-vatten). Otjänligt vid  $\text{pH} \geq 10,5$ .

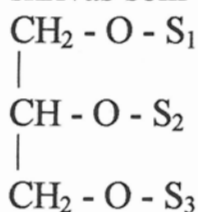
Alkalinitet: Riktvärde 60 mg/L, räknat som  $\text{HCO}_3$ . Anmärkning på teknisk grund vid  $< 30$  mg/L.

#### **Vattenmiljö.**

VAV. Gränsvärde pH minst 6,5 och högst 10.

### ◆ FETT

Fetter (och feta oljor) är blandningar av olika estrar av glycerol med mättade eller omättade karboxylsyror. Glycerolestrar (=glycerider) med mättade syror (t ex stearin- och palmitinsyra) är oftast fasta vid 20 °C och kallas då fett, medan omättade syror (t ex oljesyra, linolsyra) ger flytande oljor. De kan allmänt skrivas som



där  $S_1 - S_3$  är syragrupper (som kan vara lika eller olika). De kemiska beståndsdelarna i fett, dvs glycerol och fettsyror, behandlas i kapitel 5 resp kapitel 7. De kan ha animaliskt ursprung (ex smörfett, ister) eller vegetabiliskt, som linolja eller olivolja. Fetter används i bl a livsmedel och kosmetika.

Fett stör reningsprocessen genom att minska slammets täthet så att slamflykt kan inträffa. Vidare blir reningsverket nedsmutsat. Någon direkt giftverkan föreligger ej. I ledningsnätet kan fett ge avlagringar som minskar ledningsnätets hydrauliska kapacitet, och kan ge hygieniska besvär. Dessutom kan kalk i cementrör reagera med fett som innehåller fria fettsyror, vilket försvagar betongen.

VAV. Gränsvärde  $150 \text{ g/m}^3$ . I: Behandlingsbart.

Analysmetoden (SS 028211) är inte specifik för "fett". Analytiskt definieras fett som alla ämnen som kan extraheras med TTE (1,1,2-triklor-1,2,2-trifluor-etan) och som har IR-absorption i våglängdsområdet  $2940 - 2915 \text{ cm}^{-1}$ . Emulgerat fett avser fett som fortfarande befinner sig i vattenfasen sedan provflaskan fått stå stilla under 24 h. Avskiljbart fett är skillnaden mellan totalt fett och emulgerat fett. Det avskiljbara fettet är det som i första hand orsakar igensättning av ledningar.

Fettavskiljning vid större verksamheter (livsmedelsindustri o dyl) behandlas i en äldre rapport; dessutom bör Byggnadsstyrelsens författningssamling konsulteras (*NV 1979, Rapport 1099* resp *BFS 1988:18*).

#### ◆ KOLHYDRATER.

Till kolhydrater räknas sockerarter samt ämnen som kan betraktas som uppbyggda av sockerarter eller närbesläktade ämnen. De kan ha högst olika egenskaper, jämför de tre naturligt förekommande druvsocker, stärkelse och cellulosa.

Flera olika kolhydrater har använts som kolkälla i denitrifikationssteget i avloppsreningsverk med krav på kvävereduktion. Exempel är glukos, melass, hydrolyserad stärkelse.

VAV anger inga begränsningsvärden. De medför en BOD-tillförsel. Vissa typer av kolhydrater kan medföra slamsvällning (dålig förtjockning) (*VAV 1989, M30*). Sockerlösning och melass kan lösa ut kalk ur betong.

◆ LACKNAFTA.

Synonymer: Kristallolja, white spirit.

**Beskrivning.**

Lacknafta är en färglös vätska som består av en blandning av åtskilliga kolväten, och ibland med ytterligare tillsatser (ex glykoler). De kan innehålla aromater som xylene, toluen eller trimetylbensen, alkaner som heptan oktan osv, och naftener som cyklohexan. Vattenlösligheten är låg, densiteten omkring 0,7 -0,8 kg/L, kokpunkt i intervallet 150 - 210 °C, och smältpunkt cirka -40 °C.

**Användning.**

Som kallavfettningemedel inom verkstadsindustri och vid biltvättar. Kan ingå i såväl vattenblandbara som konventionella färger.

**Vattenmiljö.**

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

◆ MINERALOLJA

Här avses högkokande (>185 °C) produkter som framställs genom destillation av råolja. Exempel är diesel, eldningsoljor och smörjoljor. Kemiskt sett är de blandningar av många olika ämnen. Viktigast är olika slags kolväten som paraffiner, cykliska alkaner (=naftener) och aromater.

Beträffande feta oljor (glycerinestrar), se under Fett.

Mineralolja eller -fett anses inte angripa betong.

**Hälsa.**

AFS. -

Dricksvatten.

Anmärkning på estetisk och teknisk grund vid 0,01 mg/L (A- och E-vatten)

**Vattenmiljö.**

VAV. Gränsvärde 50 g/m<sup>3</sup> (100 i utlopp från oljeavskiljare). IIb: Behandlingsbar i begränsad omfattning.

Tysk vattenriskklass för dieselolja: 2 (riskabel).

Oljeprodukter är inte lätt nedbrytbara.

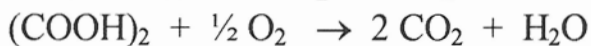
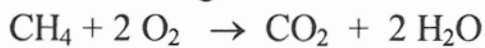
Bestämning av olja och fett i vatten görs enligt Svensk Standard 028211.

Behandling av utsläpp från bilvårdsanläggningar har till dags dato styrts av anvisningar från Naturvårdsverket från 1975. Nya allmänna råd avseende biltvätt är under utgivning. (*NV Publikation 1975:10 resp. Allmänna råd 96:1*).

◆ ORGANISKT MATERIAL/SYREFÖRBRUKANDE ÄMNER

Det finns flera mått på vattens innehåll av syreförbrukande organiska ämnen. Dessa olika mått kan inte direkt jämföras med varandra, men erfarenhetsmässiga samband finns.

Om ett ämnes sammansättning är känd, kan den teoretiska syreförbrukningen vid oxidation till koldioxid och vatten beräknas. Som exempel ges här formler för fullständig oxidation av metan resp av oxalsyra:



Som synes åtgår 64 gram syre för att oxidera 16 gram metan eller 4 g syre/g substans, respektive 16 gram syre till 90 gram oxalsyra, eller 0,18 g syre/g substans. Denna teoretiska syreförbrukning, ThOD, har beräknats för ett flertal organiska ämnen i tidigare kapitel. ThOD-värdet ger en övre gräns för (den primära) syreförbrukningen som ett ämne orsakar i ett avloppsvatten.

Oftast kan inte ThOD beräknas, eftersom man inte vet vilka ämnen som finns i ett vatten. Det finns olika principer för att experimentellt bestämma halten organiskt material/syreförbrukning.

1) Man mäter hur mycket av ett kemiskt oxidationsmedel som förbrukas av den organiska substansen i vattnet. Som oxidationsmedel används kaliumdikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) respektive kaliumpermanganat ( $\text{KMnO}_4$ ), och resultatet anges som kemisk syreförbrukning, COD-Cr resp COD-Mn, i mg syre per liter.

(Metoderna finns som svensk standard, SS 028142 resp 028118).

2) Man mäter direkt vattnets innehåll av totalt organiskt kol, TOC. Resultatet anges som halten i mg kol per liter.

3) Man låter mikroorganismer (bakterier) använda de organiska ämnena som näringskälla. Därvid förbrukas syre, och man mäter syreförbrukningen under viss tid (sju dygn enligt SS 028143). Resultatet anges som BOD<sub>7</sub> i mg syre per liter vatten. (BOD: Biochemical Oxygen Demand; tiden anges med index. Tidigare beteckning BS: Biokemisk syreförbrukning). Internationellt mäts under fem dygn, BOD<sub>5</sub>.

Inte endast organiska ämnen bidrar till syreförbrukningen. Exempelvis förbrukar ammoniumkväve 4,6 g syre per gram kväve vid oxidation till nitrat. Enligt nuvarande Svensk standard skall en nitrifikationshämmare (allyltiourea, ATU) tillsättas, så att nitrifikation inte sker vid bestämningen av BOD. Ammonium

påverkar inte COD-bestämning, men lätt oxiderbara oorganiska ämnen gör det. Exempel är tvåvärt järn och sulfid.

### **Samband mellan de olika metoderna.**

För ett rent ämne löst i vatten finns ett direkt samband mellan ThOD och TOC. Om ämnet dessutom kan oxideras fullständigt på kemisk väg blir  $COD = ThOD$ .

Vanligtvis vet man dock inte vilka ämnen som finns eller i vilken halt, utan från någon mätning av TOC, BOD eller COD skall man dra någon slutsats om vattnets innehåll av organiska ämnen. Som framgår av inledningen finns det inte och kan inte heller finnas någon enkel relation mellan de olika metoderna.

Permanganatmetoden har sämre oxiderande förmåga än dikromatmetoden. Någon teoretisk omräkningsfaktor finns inte, men erfarenhetsmässigt finner man ofta:

$$COD-Cr = (3-5) * COD-Mn.$$

Tidigare har resultat angetts som ”permanganattal”, ur vilka COD-Mn kan beräknas genom division med 3,95.

De två formlerna i början av detta avsnitt exemplifierar att det inte finns någon direkt relation mellan TOC och BOD/COD. För ytvatten man har funnit relationen:

$$COD-Mn \approx (1,0 - 1,3) * TOC$$

BOD-metoden används mest vid kontroll av utsläpp till en recipient. Något direkt mått på syretäringen i en recipient ger dock inte BOD-värdet. Man finner, att  $BOD < COD$ , och skillnaden är ett mått på hur lätt nedbrytbart vattnets organiska innehåll är. Ett ämne bedöms som lätt nedbrytbart om kvoten  $BOD_5/COD \geq 0,5$  (KIFS 1994:12). För kommunalt avloppsvatten anges relationen mellan de två inkuberingstiderna till 1,17, dvs  $BOD_7 = 1,17 * BOD_5$ . Någon allmän relation mellan BOD och COD eller TOC finns ej. Däremot kan det finnas ett empiriskt samband för ett visst vatten, men detta måste mätas experimentellt i varje enskilt fall.

### **Värden för några vattentyper.**

#### Dricksvatten.

Anmärkning vid 8,0 mg/L, mätt som COD-Mn, på estetisk grund (E-vatten) respektive på hälsomässig, teknisk och estetisk grund (A-vatten).

För syrehalten finns ett riktvärde på 3 mg/L.

Avloppsvatten.

För inkommande avloppsvatten är ofta  $COD-Cr = (2-3) \cdot BOD_7$  och för utgående är  $COD-Cr = (4-9) \cdot BOD_7$  (NV 1993, 4423).

Kommunala reningsverk har vanligen krav på högsta BOD-värde i utgående vatten på 10 - 15 mg/L eller motsvarande reningsgrad.

Naturliga vatten.

Oskiktade sjöar och rinnande vatten klassas efter halten syretärande ämnen från klass 1 (obetydlig syretäring) om COD-Mn eller TOC är  $\leq 5$  mg/L till klass 5 (stor syretäring) då COD-Mn eller TOC  $> 20$  mg/L (NV AR 90:4). Syretillståndet kan också anges som relativ syrgasmättnad, varvid klass 1 (syrgasrikt tillstånd) kräver  $>90\%$  syremättnad, och klass 5 (mycket syrefattigt) då syremättnaden  $\leq 60\%$ .

◆ TERPENTIN

Synonym: Terpentinolja.

Består huvudsakligen av blandningar av monoterpener ( $\alpha$ - och  $\beta$ -terpen m fl).  
Sammansättningen varierar med ursprunget.

Terpentin används i linoljefärger och även i konstnärsfärger.

**Vattenmiljö.**

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

◆ TINNER

Synonym: Thinner

Tinner består av en blandning av olika lösningsmedel (kolväten, alkoholer, ketoner) i varierande proportioner

**Vattenmiljö.**

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

## 15. BEDÖMNINGSGRUNDER FÖR ÄMNEN I VATTEN- MILJÖER.

Denna bok behandlar tre vattenmiljöer: dricksvatten, avloppsvatten och naturliga vatten, huvudsakligen sötvatten. Det finns naturligtvis olika bedömningsgrund för ett ämne beroende på vilken typ av vatten det gäller och vilken funktion vattnet är tänkt att fylla. Ett dricksvatten bedöms efter dess lämplighet som dryck och användbarhet vid vanliga hushållsgöromål (tvätt, matlagning, osv). Utsläpp av ämne till spillvatten bedöms efter inverkan på ledningsnät, reningsverkets drift, personal, och på slutlig recipient (luft, mark där slammet hamnar, recipient för utgående vatten). Ett ämnes effekt på ett naturligt vatten kan delvis bedömas efter samma mall som dess effekt på ett reningsverk, men bedömningen måste ta hänsyn till ett mycket mer mångformigt och känsligt ekologiskt system. Ett exempel på bedömningsvarianter ges nedan i avsnittet om avloppsvatten.

### **Dricksvatten.**

Dricksvatten klassificeras som livsmedel och omfattas därmed av livsmedelslagstiftningen. Den lokala miljönämnden (motsvarande i kommuner utan särskild sådan nämnd) ansvarar för tillsynen. Livsmedelsverkets kungörelse 1993:35 anger kvalitetskrav på dricksvatten och på ytvatten avsedda att användas som råvatten till dricksvatten. Kvalitetskraven omfattar både mikrobiologiska och kemiska egenskaper. Kungörelsen specificerar i detalj hur analyserna skall utföras och bedömas. Bedömningen kan leda till anmärkning på hälsomässig, teknisk eller estetisk grund. "Teknisk" anmärkning ges för brister som kan medföra att vattnet är mindre användbart för hushållsbruk pga vattnets sammansättning, eller som beror på anläggningens bristfälliga utformning eller handhavande. Vatten kan också vara otillfredsställande som dricksvatten pga t ex färg eller lukt, och ges anmärkning på estetisk grund. Hälsomässig anmärkning ges vid förhöjd halt av ämne som vid ytterligare höjning kan innebära en hälsorisk (vad gäller COD och turbiditet en indirekt sådan).

### **Avloppsvatten.**

Miljöskyddslagen är tillämplig på utsläpp av avloppsvatten. Detta gäller både utsläpp direkt till en naturlig recipient och utsläpp som går till ett reningsverk. Sedan är miljöskyddslagen tillämplig på utsläppet från reningsverket i sin tur. Dessutom finns en speciallagstiftning, lagen om allmänna vatten- och avloppsanläggningar, 1970:244 med senare ändringar. (Denna lag berör också dricksvatten, som framgår av dess namn, men vad gäller hälso- och miljöaspekter är den mycket allmänt hållen.)

Genom ändringen 1993 i va-lagen (§§12 och 21) skärptes ansvaret för att huvudmannen skall driva en allmän va-anläggning så att inte bara hälsoskyddets utan även miljöskyddets intressen tillgodoses. I praktiken är skillnaden inte så stor mot vad som gällde tidigare, eftersom det i många villkor i tillståndsbesluten för avloppsreningsverk redan finns inskrivet ett allmänt krav på att undvika olägenheter i recipienten. Det är inte klarlagt i vilken utsträckning huvudmannen kan ställa längre gående krav på utsläppare än vad miljömyndigheter (länsstyrelse, koncessionsnämnd) kan göra med stöd av miljöskyddslagen. Men huvudmannen bör självständigt bedöma om ett visst påtänkt avloppsvatten kan avledas som spillvatten till reningsverk, eller direkt till recipient via dagvattenledning, eller omhändertas på annat sätt, t ex som miljöfarligt avfall. Naturvårdsverket har framfört synpunkter på anslutningspolicy m m, bl a i rapporten "Renare slam - Åtgärder för kommunala avloppsreningsverk" (NV 1993 i Rapport 4251).



## KAPITEL 15. BEDÖMNINGSGRUNDER..

Första steget i en sådan process är en bedömning av om ämnet över huvud kan behandlas på ett meningsfullt sätt i reningsverket. Endast om så är fallet får man gå vidare och bedöma vilka risker det kan innebära för anläggningar, processer och personal. Med "behandlingsbart" bör menas att avloppsvattnet blir bättre i något avseende genom att ledas till reningsverket. Utgående vatten från reningsverk innehåller suspenderad substans (några mg/L), fosfor (0,3 - 0,5 mg/L, reningseffekt >90%) och BOD<sub>7</sub> (10 - 15 mg/L, reningseffekt för större verk >90%). För reningsverk som inte är utbyggt för kvävereduktion leder den vanliga processen till en viss reduktion på 10 - 30%, och utgående halt 20 - 30 mg/L. Dessutom innehåller utgående vatten de metaller och organiska ämnen som inte brutits ned vid passagen och som inte hamnat i slammet. Bakteriehålln reduceras kraftigt vid behandlingen. "Nästan rent" vatten som dräneringsvatten, regnvatten eller vissa industriella kylvatten blir inte bättre av att ledas genom ett avloppsreningsverk, så vatten är inget "behandlingsbart" ämne. Metaller och andra grundämnen "behandlas" inte heller. Bedömningen som skall göras är om metallen i fråga hamnar i slammet eller i utgående vatten och vilken vinst/förlust det innebär att ta emot det metallhaltiga vattnet jämfört med annan behandling.

Oftast innehåller ett avlopp från t ex en industri en blandning av ämnen som uppvisar många olika egenskaper, från lätt behandlingsbara via sådana med oklar inverkan till de som lämnar verket utan att egentligen ha förändrats under passagen. I sådana fall - och de är de vanligaste - är rätta omdömet svårt.

Det behövs således kunskap *både* om hur olika ämnen påverkar avloppsanläggningen (arbetsmiljö, ledningsnät, reningsverkets processer), slutliga recipienter (slam respektive vattendrag), *och* om hur ämnet påverkas av reningsverket.

Ett ämnes hälsomässiga aspekter kan bedömas med hjälp av Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter i "Hygieniska gränsvärden" (senaste utgåva 1993:9).

Inverkan på ledningsnät kan bedömas med hjälp av VAV M20 (1983), som fortfarande i stort är aktuell i detta avseende. Värdena, som kallas gränsvärden, är högsta tillåtna momentana halt i förbindelsepunkten med hänsyn till att reningsverkets aktiv-slam-process inte skall störas. Den innehåller också en tabell med högsta tillåtna halter av skadliga metaller med tanke på slammets användbarhet. Sedan 1983 har många nya ämnen tillkommit, några har förbjudits eller är av annan anledning inte längre i allmänt bruk, den störningskänsliga biologiska kvävereduktionsprocessen är under införande, kraven på slammets kvalitet och omsorgen om våra vattendrag har ökat. I många fall är *halten* inte så intressant att värdera som *mängden*. Vad gäller kemiska störningar på kvävereduktion finns viss information i en rapport från Naturvårdsverket. Inverkan av utsläpp av metaller och andra ämnen som ansamlas i slammet kan bedömas med hjälp av aktuella normer för slamkvalitet och kännedom om hur stor andel av ämnet som kommer att återfinnas i slammet.

### Ett exempel på bedömning av avloppsvatten.

Nedan ges ett exempel som dels visar på vilka föreskrifter och tekniska data som behövs för att lösa ett tämligen enkelt problem, dels illustrerar att man kan göra olika bedömning av ett och samma ämne beroende på situationen.

Vid ett reningsverk har man problem med att få avsättning av slammet till åkermark på grund av hög kadmiumhalt. År 2000 vill man kunna ge full slamgiva. Hur stor kan kadmiumhalten högst vara i medeltal i inkommande vatten om man skall nå målet? Vid reningsverket uppkommer per år 1500 ton (torrt) slam med en fosforhalt på 3%. Inkommande mängd vatten är 10 miljoner kubikmeter per år.

## KAPITEL 15. BEDÖMNINGSGRUNDER..

För att kunna svara på frågan behöver man veta (i) hur mycket fosfor som får spridas, vilket bestäms av fosforklassen. Om markens fosforklass är  $\geq$  III gäller 22 kg per hektar och år enligt SNFS 1994:2, §5. Således högst 733 kg slam för att inte sprida för mycket fosfor. (Egentligen skall även kvävegivan beaktas, men det torde vara sällsynt att den skulle begränsa en slamgiva). Vad gäller kadmium får man först kontrollera (ii) att halten i slam ligger under 2,5 mg/kg, annars får slammet inte spridas (SFS 1993:1271, §12). Dessutom (iii) får kadmiummängden per hektar inte överstiga 0,75 gram (SNFS 1994:2, §9), dvs halten i slam får vara högst 750 mg/733 kg  $\approx$  1,0 mg/kg. Således får 10 miljoner kubikmeter vatten innehålla 1500 g kadmium, dvs halten i vattnet måste vara högst 0,00015 mg/L = 0,15  $\mu$ g/L, förutsatt att allt kadmium fastnar i slammet. (Man måste veta (iv) hur kadmium fördelas mellan slam och utgående vatten. Kadmium hamnar till 80% i slammet.) Slammottagaren är ansvarig för att veta (v) att slammet inte läggs på jord som redan har en kadmiumhalt överstigande 0,4 mg/kg TS (SNFS 1994:2, § 10). Utsläpp av vatten med högre halt än 0,15  $\mu$ g/L bör således begränsas om målet skall nås. (Eller något däröver om man beaktar att 20% går ut med vattnet). VAV M20 har ”gränsvärde” 5  $\mu$ g/L (ej grundat på dagens krav på slamkvalitet). Notera, att dricksvatten får hälsomässigt grundad anmärkning vid 1  $\mu$ g/L. Ett vatten med kadmiumhalten 0,5  $\mu$ g/L bedöms således på olika sätt beroende på situationen. Det får ingen anmärkning om det skall brukas som dricksvatten, men om det är typiskt för ett avloppsvatten till ett reningsverk kommer det att begränsa slammets användbarhet. Halten är dock inte tillräckligt hög för att störa en aktiv-slam-process. Gäller det vatten från en svensk sjö eller vattendrag är värdet mycket högt.

### Naturliga vatten.

Många ämnen som förekommer naturligt i vatten är analyserade, och det finns sammanställningar av sådana värden. Man kan då bedöma t ex var på skalan låg/hög ett analysresultat ligger, eller om ett utsläpp kan förmodas leda till någon förändring av recipienten. Den nedan diskuterade klassificeringen av ämnen som miljöfarliga/icke miljöfarliga grundar sig bl a på ämnets effekter på vattenlevande organismer. Sådana data är direkt användbara för att bedöma effekter av utsläpp av ämnet till ett naturvatten. I nästa avsnitt diskuteras var sådan information finns åtkomlig.

### Vad är miljöfarligt?

EU antog 1991 formella kriterier för bedömning av ämnen som miljöfarliga enligt direktiv 67/548/EEG (vartill kommer en fortlöpande ”teknisk anpassning”, vilka publiceras som direktiv några gånger per år). Kemikalieinspektionen i Sverige har meddelat härmed harmoniserade föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter (KIFS 1994:12). Dessa kriterier finns i bilaga 3 till KIFS 1994:12. (Vad gäller miljöfarliga ämnen anför de nedan.) Ämnen som uppfyller kriterierna skall således klassas som miljöfarliga och märkas enligt föreskriften.

### Hur kan man veta vad som är miljöfarligt?

I KIFS 1994:12 klassificeras i dess bilaga 5 något över hundra ämnen som miljöfarliga. Flertalet av de klassificerade ämnena är bekämpningsmedel, och föreskrifterna ger inte mycket hjälp vid bedömning av många all dagliga ämnen och produkter. Det finns alltså en betydande möjlighet att man måste bedöma ett ämne som inte finns med på KIFS's lista. Ämnen som inte är upptagna skall också klassificeras och märkas enligt de noga specificerade kriterierna i föreskrifterna. Eftersom det finns en mycket omfattande vetenskaplig litteratur över ”miljörelevanta” egenskaper hos många ämnen kan man tycka

## KAPITEL 15. BEDÖMNINGSGRUNDER.

att det borde vara lätt att göra till en bedömning för ämnen som inte finns formellt upptagna på listan. Men det är ett stort arbete att samla in och framför allt att på ett kompetent sätt utvärdera denna information. Problemet har diskuterats i en skrift från Nordiska rådet (*Pedersen m fl i TemaNord 1994:589*). Denna skrift bygger nästan uteslutande på sammanställningar och värderingar som publicerats i olika rapporter. De viktigaste källorna nämns nedan.

i) Bilaga 5 till KIFS 1994:12, som listar över 1000 ämnen. Klassificeringen är således gjord av en myndighet och har formell giltighet. Kriterierna nämns nedan i detta kapitel.

ii) Nordiska ministerrådet har nyligen sammanställt en rapport med utvärdering av 541 ämnen, som klassificerats vad gäller ev. miljöfarlighet enligt EU's kriterier (*TemaNord 1994:643*). Denna utvärdering har gjorts på ett seriöst sätt. Även om klassificeringarna inte har någon formell giltighet kan de i många fall så småningom förväntas få legal status, och de ger ett bra underlag för bedömning av på vilka villkor ett utsläpp till vatten kan godtas eller begränsas. De citeras här med texten "Nordiskt förslag till klassificering.."

iii) Rapporten "Miljöfarliga ämnen" från Kemikalieinspektionen (*KemI 10/89*), som klassificerar 40 ämnen (eller grupper av ämnen) som miljöfarliga utifrån bedömningar - inte enligt något strikt formellt system. Rapporten innehåller en vetenskaplig dokumentation. Eftersom Kemikalieinspektionens föreskrifter 1994:12 är harmoniserade med EG's klassifikation uppträder en del inkonsekvenser mellan bedömningen som miljöfarligt i rapport 10/89 och de tvingande föreskrifterna om klassificering i KIFS 1994:12. Sålunda bedöms silverföreningar som "miljöfarliga" i 10/89, och däri presenterade toxicitetsdata visar att silverniträt med god marginal borde klassificeras som miljöfarligt enligt de formella reglerna i KIFS 1994:12. Ändå klassificeras inte silverniträt i KIFS 1994:12, eftersom silverniträt inte är klassificerat av EG.

iv) I Tyskland finns ett system med klassificering av ämnen efter "vattenfarlighet" i en "Katalog wassergefährdender Stoffe". Ämnen tilldelas en "Wassergefährungsklass" från 0 ("im allgemeinen nicht wassergefährdend") till 3 ("stark wassergefährdend"). Talvärdet erhålles genom en sorts medelvärdesbildning av toxicitet gentemot fisk, bakterier och däggdjur under hänsynstagande även till nedbrytbarhet, bioackumulerbarhet m m. Värdet går således inte att direkt översätta till de ovan nämnda miljöklassificeringarna. Det anförs här, men bör brukas "enkelsidigt": ett högt WGK-värde bör tillmätas större tyngd än ett lågt värde.

v) Formellt finns således i Sverige en miljöfarlighetsbedömning av ett rätt litet antal ämnen. Nordiska ministerrådets lista ger en väsentlig utvidgning, men omfattar trots det endast drygt 500 ämnen. En ordinär katalog från någon av de många firmor som säljer laboratoriekemikalier kan omfatta 30000 - 40000 ämnen. Även om nästan alla dessa har en mycket begränsad användning finns ändå ett stort behov av att kunna klassificera ämnen som används i mer än försumbara kvantiteter. Därför har i denna bok data från olika källor anförts vid varje ämne, om det gått att hitta värden som bedömts vara pålitliga. En färsk sammanställning av kritiskt värderade data är "Dictionary of substances and their effects". Som en snabb metod för toxicitetsbedömning används ibland den s k "Microtox- metoden", som kort beskrivs i bilaga, kap. 16. Metoden är snabb och det finns en hyfsad korrelation med inverkan på fisk. Däremot tycks inget samband finnas med nitrifikationshämning. Data anförs här från en vetenskaplig översiktsartikel (*Kaiser m fl, 1991*).

## KAPITEL 15. BEDÖMNINGSGRUNDER..

vi) Naturvårdsverket sammanställde 1990 litteraturdata över ämnen som hämmar nitrifikation, och flertalet av de cirka 80 behandlade ämnena är inkluderade här.

vii) Föreningar som innehåller grundämnen som kan vara tillväxtbegränsande, såsom fosfor och kväve, kan ha en indirekt gödande effekt. Detta har inte påpekats särskilt.

Någon fullständig kvalitetsbedömning har inte varit möjlig att göra. Värdena får tas med en viss försiktighet. Men en huvudman för en avloppsanläggning kan kräva av en tilltänkt utsläppare att effekterna av ämnena i ett tänkt utsläpp utreds noga - det är utsläpparen som har den huvudsakliga bevisbördan, inte huvudmannen.

### **Kriterier för miljöfarlighet enligt Kemikalieinspektionen (KIFS 1994:12).**

Ett ämne klassas som miljöfarligt för vattenmiljön och tilldelas riskfraser enligt följande. (Texten anförs inte i sin helhet).

#### **Kriterier**

#### **Riskfraser**

Akut toxicitet:

96 tim  $LC_{50}$ (för fisk)  $\leq 1$  mg/L, eller  
48 tim  $EC_{50}$ (för Daphnia)  $\leq 1$  mg/L, eller  
72 tim  $IC_{50}$ (för alger)  $\leq 1$  mg/L

och

ämnet är inte lätt nedbrytbart, eller  
ämnets  $\log Pow \geq 3,0$  (såvida inte experimentellt  
bestämd  $BCF \leq 100$ )

R 50 Mycket giftigt för vattenorganismer  
och  
R 53 Kan orsaka skadliga långtidseffekter i  
vattenmiljön

Akut toxicitet:

96 tim  $LC_{50}$ (för fisk)  $\leq 1$  mg/L, eller  
48 tim  $EC_{50}$ (för Daphnia)  $\leq 1$  mg/L, eller  
72 tim  $IC_{50}$ (för alger)  $\leq 1$  mg/L

R 50 Mycket giftigt för vattenorganismer

Akut toxicitet:

96 tim  $LC_{50}$ (för fisk)  $\leq 1$  mg/L  $< LC_{50} \leq 10$  mg/L,  
eller  
48 tim  $EC_{50}$ (för Daphnia)  $\leq 1$  mg/L  $< EC_{50} \leq 10$   
mg/L, eller  
72 tim  $IC_{50}$ (för alger)  $\leq 1$  mg/L  $< IC_{50} \leq 10$  mg/L,

och

ämnet är inte lätt nedbrytbart, eller  
ämnets  $\log Pow \geq 3,0$  (såvida inte experimentellt  
bestämd  $BCF \leq 100$ )

R 51 Giftigt för vattenorganismer  
och  
R 53 Kan orsaka skadliga långtidseffekter i  
vattenmiljön

## KAPITEL 15. BEDÖMNINGSGRUNDER..

Akut toxicitet:

Värdena för  $LC_{50}/EC_{50}/IC_{50}$  är  $> 10$  mg/L men  $\leq 100$  mg/L,  
och

ämnet är inte lätt nedbrytbart

Detta kriterium gäller ej om ytterligare data ger starka belägg för att varken ämnet eller dess nedbrytningsprodukter ..kan medföra skada i vattenmiljön

R 52 Skadligt för vattenorganismer

och

R 53 Kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön

Ämnen som inte uppfyller något av de kriterier för miljöfarlighet som tidigare angetts men trots det bedöms kunna medföra långsiktiga eller fördröjda faror för de akvatiska ekosystemens struktur eller funktion.\*

R 53 Kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön

Ämnen som inte uppfyller något av de kriterier för miljöfarlighet som tidigare angetts, men trots detta bedöms kunna medföra omedelbara, långsiktiga eller fördröjda faror för de akvatiska ekosystemens struktur eller funktion enligt tillgängliga uppgifter om toxicitet. \*

R 52 Skadligt för vattenorganismer

\*) Det finns kompletteringar och exemplifiering av hur en sådan bedömning görs.

## 16. BILAGOR

Avsnittet innehåller: 1. förkortningar och begrepp, 2. en beskrivning av Microtoxmetoden, samt 3. engelska (delvis svenska) och latinska namn på försöksdjur.

### 16.1 Några förkortningar och begrepp

LC <sub>50</sub> (Lethal concentration)	Värdet anger vid vilken koncentration 50% av djuren dör. Tiden bör också anges, vanligen 96 tim. Ett mått på akut toxicitet.
EC <sub>50</sub> (Effect concentration).	Värdet anger den koncentration som hämmar rörligheten hos 50% av försöksdjuren (vanligen vattenloppa, Daphnia). Tid vanligen 48 tim. (Även annan "effekt" kan undersökas).
IC <sub>50</sub> (Inhibitory Concentration)	Koncentration vid vilken alg tillväxt hämmas med 50%, vanligen efter 72 tim.
BCF (Bioconcentration factor)	Anger ett ämnes benägenhet att ackumuleras i en vattenlevande organism och uttrycks med kvoten mellan ämnets koncentration i organismen (eller del av organismen) och i vattnet.
Kow (även Pow, så bl a i KIFS)	Ämnets fördelningskoefficient mellan oktanol och vatten. Värdet över 1000 anses indikera potentiell bioackumulerbarhet. Oftast anges 10-logaritmen, dvs log Kow >3 indikerar möjlig bioackumulerbarhet. I vatten lösliga ämnen (löslighet >cirka 2 g/L) har oftast Kow <1000. Ämnen med molvikt >cirka 1000 g/mol är normalt för stora för att kunna bioackumuleras, även om Kow >1000.
Lätt nedbrytbarhet	Mäts med OECD-metod 301A-E. Anger hastigheten för biologisk nedbrytning under icke gynnsamma förhållanden. "Lätt nedbrytbarhet" innebär >60% mineralisering inom 28 dygn mätt som koldioxidproduktion eller BOD-minskning, eller >70% mätt som minskning av organiskt löst kol (DOC).
Svårnedbrytbar	Mäts med OECD-metod 302A-C. Anger hastigheten för nedbrytning under gynnsamma förhållanden. Ämnet är svårnedbrytbart om <20% nedbrytning mätt med DOC eller COD; >20% betecknas som potentiellt nedbrytbart; >70% fullständigt nedbrytbart.
NOEC, LOEC	No Observed Effect Concentration, resp Lowest...

## KAPITEL 16. BILAGOR.

### 16.2 Microtox

Bestämning av ett ämnes toxicitet gentemot fisk är dyrbart och tidsödande. Det finns ett jämförelsevis snabbt och billigt test som utnyttjar en självlysande (luminiscerande) bakterie, *Photobacterium phosphoreum*. Detta är en fakulatativt anaerob bakterie som lever i marina fiskar. Man mäter ämnets inverkan på ljusemission. Exponeringstiden brukar vara 5 - 30 min, och man bestämmer den halt av ämnet som orsakar 50% minskning av bakteriens ljusemission ( $EC_{50}$ ). Hela utrustningen är kommersiellt tillgänglig (Microtox är ett varumärke). Ett stort antal ämnen har undersökts med denna metodik; artikeln av Kaiser i litteraturlistan innehåller data för 1300 ämnen.

Den fiskart som kanske oftast blivit utsatt för test är en amerikansk sötvattenfisk, *Pimephales promelas* (fathead minnow). Det har påvisats en god korrelation mellan  $LC_{50}$  för *Pimephales* och  $EC_{50}$  för bakterien. Sambandet kan med god noggrannhet skrivas som:

$$\log(LC_{50}, i \text{ mmol/L}) = 0,78 * \log(EC_{50}, i \text{ mmol/L})$$

Respektive halt skall således anges i mmol/L, vilket värde fås ur halten i mg/L efter division med molvikten. För t ex ett ämne med molvikten 100 g/mol för vilket Mikrotoxvärdet är  $EC_{50} = 0,27 \text{ mg/L}$ , ger sambandet att  $LC_{50} = 1 \text{ mg/L}$ , dvs på gränsen att klassas om ”mycket giftigt”.

Medan Microtox-värden kompletterar data för fisk finns det ingen indikation på att de är korrelerade med t ex nitrifikationshämmning (tyvärr).

### 16.3 Namn på ofta använda försöksdjur.

Brachydanio rerio	Zebra fish
Carassius auratus	Goldfish (guldfisk)
Cyprinodon variegatus	Sheepshead minnow
Daphnia (magna, pulex)	Water flea (vattenloppa)
Esox	Pike (gädda)
Gambusia affinis	Mosquito fish
Gammarus	Tillhör ordning Amphipoder (t ex märla)
Lepomis macrochirus	Bluegill sunfish
Leuciscus idus melanotus	Goldorfe
Nitocra	Shrimp (räka)
Oncorhynchus mykiss 1)	Rainbow trout (regnbåge)
Pimephales promelas	Fathead minnow
Poecilia reticulata	Guppy
Salmo gairdneri	Rainbow trout (regnbåge)
Salmo salar	Atlantic salmon (lax)

1) Nu vedertaget namn för regnbåge; här används genomgående namnet *Salmo gairdneri*.

## 17. LITTERATUR

Skrifter från Kemikalieinspektionen (KemI) eller Naturvårdsverket (NV) har samlats under dessa ord och inte under författarnamn. Hänvisningar till författningar är inte medtagna (förutom till KIFS 1994:12).

- Arbetskyddsstyrelsens föfattningssamling 1993:9. Hygieniska gränsvärden. Aspegren, H., Andersson, B. and Dittmer, G. 1990. Formate as carbon source for denitrification. Rapport 1990:A9. Malmö gatukontor, VA-divisionen.
- Bengtsson, L., Carlsson, H., Svensson, A. och Solyom, P. 1992. Allt du vill veta om glykoletrar! IVL Rapport B 1085.
- Bra kemval för tvätt och rengöring. 1992. Sammanställd vid miljöförvaltningar samt vatten-och avloppsverk i Göteborg, Malmö och Stockholm.
- Carlsson, H., Andersson Sköld, Y., Janhäll, S., Solyom, P. och Ancker, C. 1995. Rengöring med laktater. Miljöteknisk utvärdering. IVL Rapport B 1160.
- Kaiser, K. L. E. and Palabrica, V. S. 1991. Water Poll. Res. J. Canada, **26**, 361-431.
- Katalog wassergefährdender Stoffe. 1991, 1994. Verwaltungsvorschrift über die nähere Bestimmung wassergefährdender Stoffe und ihre Einstufung entsprechend ihrer Gefährlichkeit. D:o, Anlage 22/94. Bekanntmachung des Bundesministeriums des Innen, Tyskland. 1990-03-23 resp 1994-05-03.
- Kemikalieinspektionen 1989. Miljöfarliga ämnen - exempellista och vetenskaplig dokumentation. Rapport 10/89.
- Kemikalieinspektionen 1990. Tvätt- och rengöringsmedel för hushållsbruk. Rapport 7/90.
- Kemikalieinspektionen 1991. Miljöfarlighet hos mikrobiocider i kylvatten. Rapport 6/91.
- Kemikalieinspektionen 1994. Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter. Kemikalieinspektionens föfattningssamling 1994:12 (KIFS 1994:12).
- Kemikalieinspektionen 1994. Fotokemikalier - farligt? Rapport 1/94.
- Kemikalieinspektionen 1994. Mono- and Disubstituted Organotins Used as Plastic Additives. Rapport 11/94. (På engelska).
- Kemikalieinspektionen 1994. Phthalic Acid Esters Used as Plastic Additives. Rapport 12/94. (På engelska).
- Laurent, S. och Björndal, H. 1988. Komplexbildares inverkan på den akvatiska miljön. NTA, EDTA och DTPA. IVL Rapport B 921.
- Ledskog, A., Larsson, S-G. och Lindqvist, B. G. 1994. Svavelväteproblem i avloppsledningar - drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar. VA-Forsk rapport nr 7.
- Lindgren, M. och Pontén, E. 1993. Användning av klordioxid - Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk. VA-Forsk rapport nr 5.



## KAPITEL 17. LITTERATUR.

- Lind Johansson, E., Hedberg, T. och Berghult, B. 1994. Invändig korrosion av kopparledning för dricksvattendistribution. *Vatten* 50: 103-111.
- Livsmedelsverket 1993. Statens Livsmedelsverks kungörelse om dricksvatten. Statens Livsmedelsverks författningssamling 1993:35.
- Menck, C., Olsen, J. och Arvin, E. 1993. Nitrifikationshämmning med organisk stof. *Vand og miljø* 10:120-122.
- Naturvårdsverket 1975. Avloppsvattenbehandling vid bensinstationer och verkstäder. Publikation 1975:10.
- Naturvårdsverket 1979. Fettavskiljare inom livsmedelsindustrin. Rapport 1099.
- Naturvårdsverket 1982. Krom i miljön. PM 1570.
- Naturvårdsverket 1985. Metaller i däggdjur och fåglar. Litteraturstudie. PM 1986.
- Naturvårdsverket 1986. Tensider, egenskaper och miljöeffekter. PM 1999.
- Naturvårdsverket 1989. Organiska miljöföroreningar i slam. Rapport 3624.
- Naturvårdsverket 1989. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdokument 1. Näringsämnen, syre, ljus, försurning. Rapport 3627.
- Naturvårdsverket 1989. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdokument 2. Metaller. Rapport 3628.
- Naturvårdsverket 1990. Kvävereduktion vid kommunala avloppsreningsverk. 6. Nitrifikationshämmande substanser. Litteraturstudie. Rapport 3726.
- Naturvårdsverket 1990. Provtagnings- och analysmetoder för slam från kommunala avloppsreningsverk. Rapport 3829.
- Naturvårdsverket 1990. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Allmänna råd 90:4.
- Naturvårdsverket 1990. Slam från kommunala reningsverk. Allmänna råd 90:13.
- Naturvårdsverket 1992. Rena fakta. Tre aktuella tvättmedelskomponenter: LAS, Zeolit A och polymera komplexbildare. Naturvårdsverket informerar.
- Naturvårdsverket 1993. Slam. Innehåll av organiska miljöfarliga ämnen. Rapport 4085.
- Naturvårdsverket 1993. Metaller och miljön. Rapport 4135.
- Naturvårdsverket 1993. Provningsjämförelse - slam. Miljöfarliga organiska ämnen. PCB, PAH och 4-nonylfenol. Rapport 4199.
- Naturvårdsverket 1993. Renare slam. Åtgärder för kommunala avloppsreningsverk. Rapport 4251.
- Naturvårdsverket 1994. Fotografisk verksamhet. Branschfakta, mars 1994.
- Naturvårdsverket 1995. Användning av avloppsslam i jordbruket. Rapport 4418.
- Naturvårdsverket 1995. Stora avloppsreningsverk. Slam och avloppsvatten. Aktuella förhållanden 1993. Rapport 4423.
- Naturvårdsverket 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? Rapport 4425.
- Naturvårdsverket 1995. Kadmiumhalter i matjorden i svensk åkermark. Rapport 4450.

## KAPITEL 17. LITTERATUR.

- Naturvårdsverket 1996. Fordonstvätt. Mål och riktvärden. Allmänna råd 96:1.
- Norin, H. och Borén, H. 1993. Organiska tennföreningar i rötslam från några svenska reningsverk. IVL Rapport B 1114.
- OECD. 1993. Guidelines for testing of chemicals. OECD Environmental Directorate, Chemicals Division, 2 rue André-Pascal F 75 775, Paris, Cédex 16, Frankrike.
- Pedersen, F., Leinonen, R., Pettersson, I., Norrthon, S., Källqvist, T., Hansen, H., Gjös, N., Hægh, G., Lander, L., Petersen, G., Dahlbo, K., Kemiläinen, B. and Wenell, T. 1994. Environmental Hazard Classification - classification of substances as dangerous for the environment (I). Nordiska Ministerrådet, Tema Nord 1994:643.
- Pedersen, F. Tyle, H., Niemelä, J., Guttman, B., Lander, L., Wedebrand, A. 1994. Environmental Hazard Classification - data collection and interpretation guide for substances to be evaluated for classification as dangerous for the environment. (II) Nordiska Ministerrådet, Tema Nord 1994:589.
- Rappe, C. 1988. Swedish view of the dioxin issue. *Vatten* 44:137-144.
- Richardson, M. L. (Editor), 1992-1994. The Dictionary of Substances and their Effects. Vol 1-7 + index. Royal Society of Chemistry.
- Ring, H. 1993. Rötkammars förmåga att bryta ned organiska föroreningar i slam. VA-forsk rapport nr 16.
- Sjöqvist, T. och Wikander-Johansson, E. 1985. Vad innehåller slammet? Statens lantbrukskemiska laboratorium. Meddelande 52.
- Svenska vatten- och avloppsverksföreningen (VAV). 1980. Industriavlopp-anslutning av industriellt avloppsvatten till kommunalt ledningsnät. Meddelande M30.
- Svenska vatten- och avloppsverksföreningen (VAV). 1983. Industriavlopp - gränsvärden. Meddelande M20.
- Svenska vatten- och avloppsverksföreningen (VAV). 1989. Organiska föroreningar i kommunalt avloppsvatten och slam. Meddelande M68.
- Wahlberg, C. 1995. Tvättmedel - Effekter på reningsverk och miljö. VA-forsk rapport nr 9.

## 18. INDEX

### 18.1 Ordnat alfabetiskt.

Ämnen som endast nämns inne i text hittas i närheten av ämnet efter snedstreck, /

Ämne	CAS-nummer			Kapitel
Abietinsyra/Kap.inledning	514	10	3	7.1
Acenaftylen	208	96	8	4
Acetaldehyd	75	07	0	6
Acetamid	60	35	5	10
Aceton	67	64	1	6
Acetonitril	75	05	8	10
Akrolein	107	02	8	6
Akrylamid/Polyakrylamid	79	06	1	10
Akrylnitril	107	13	1	10
Akrylsyra	79	10	7	7.1
Alkalinitet				14
Alkoholetoxylater				13.1
Alkylbensendimetylammoniumklorid/Tensid	8001	54	5	13.1.4
Alkylbensyldimetylammoniumklorid	68391	01	5	13.1.4
Alkylbensyldimetylammoniumklorid	68424	85	1	13.1.4
Alkylditiokarbonater				12
Allylklorid	107	05	1	11.1
4-Aminofenol	123	30	8	13.3
Ammoniak/kväve	7664	41	7	2
AmmoniumjärnEDTA/Komplexbildare	21265	50	9	13.2
Ammoniumrodanid/ Ammoniumtiocyanat	1762	95	4	2
Ammoniumtiocyanat/svavel	1762	95	4	2
Ammoniumtiosulfat/Svavel	7783	18	8	2
Amylacetat	628	63	7	7.2
Amylalkohol	71	41	0	5
Amylalkohol-tert/2-Metyl-2-butanol	75	85	4	5
Anilin	62	53	3	10
Antracen	120	12	7	4
Bensaldehyd	100	52	7	6
Bensalkoniumklorid	8001	54	5	13.1.4
1,2-Bensantracen	56	55	3	4
Bensen	71	43	2	3
Benso(a)pyren	50	32	8	4
Benso(b)fluoranten	205	99	2	4
Benso(ghi)perylen	191	24	2	4
Benso(k)fluoranten	207	08	9	4
Bensoesyra	65	85	0	7.1
Bensokinon/Hydrokinon	106	51	4	5
Bensotriazol1H-	95	14	7	13.3

## KAPITEL 18.1 ALFABETISKT INDEX

Bensylalkohol	100	51	6	5
Bensylamin	100	46	9	10
Benzidin	92	87	5	10
Betainer				13.1.4
2,2'-Bipyridin	366	18	7	10
Bis(tributyltenn)oxid/tenn	56	35	9	2
Bis-(2-etylhexyl)ftalat	117	81	7	9
Bis-(oktyl)ftalat	117	84	0	9
BOD/Organiskt material				14
Borax/bor	1303	96	4	2
3-Brom-1-klor-5,5-dimetylhydantoin	126	06	7	13.4
2-Brom-2-nitro-1,3-propandiol	52	51	7	13.4
1-Brom-3-klor-5,5-dimetylhydantoin	16079	88	2	13.4
1-Butanol, (normal) /Butanoler	71	36	3	5
2-Butanol, (sekundär) /Butanoler	78	92	2	5
Butanol, tertiär/Butanoler	75	65	0	5
Butylacetat	123	86	4	7.2
Butylaminboran, tert-	7337	45	3	13.3
Butylbensylftalat/Ftalater	85	68	7	9
Butylklorotenndihydroxid/tenn	13355	96	9	3
CD-2	24828	38	4	13.3
CD-3	25646	71	3	13.3
CD-4	25646	77	9	13.3
Cellosolve/ 2-etoxietanol	110	80	5	8
Citrene/Limonen	5989	27	5	3
Citronsyra	77	92	9	7.1
COD/Organiskt material				14
Cyanat/kväve				2
Cyanid/kväve				2
Cyanoditioimidokarbonat, Na <sup>+</sup> -salt	138	93	2	12
Cyanväte/kväve	74	90	8	2
Cyklohexan	110	82	7	3
Dekanol-1	112	30	1	5
Di(hydrerad talgalkyl)dietylammoniumklorid	61789	80	8	13.1.4
Di-2-etylhexylftalat	117	81	7	9
Di-n-oktylftalat	118	84	0	9
Diaminohexan	124	09	4	10
1,2Dibrom-2,4-dicyanbutan	35691	65	7	13.4
Dibutylftalat	84	74	2	9
Dibutylfumarat	105	75	9	7
Dibutyltenndilaurat/tenn	77	58	7	2
Dietanolamin	111	42	2	10
Dietylamin	109	89	7	10
Dietylenglykol	111	46	6	5
Dietyltriaminpentaättiksyra/ DTPA	67	43	6	13.2
Dietyleter/Eter	60	29	7	6
Dietylftalat	84	66	2	9
Di-isononylftalat	28553	12	0	9
Di-isononylftalat	68515	48	0	9
1,2-Diklorbensen	95	50	1	11.1

## KAPITEL 18.1 ALFABETISKT INDEX

1,3-Diklorbensen	541	73	1	11.1
1,4-Diklorbensen	106	46	7	11.1
Dikloroisocyanursyra/Klor	51580	86	0	2
2,3-Dimetylanilin	87	59	2	10
N,N-Dimetylanilin	121	69	7	10
Dimetylditiokarbamat, Na <sup>+</sup> salt	128	04	1	12
Dimetylfталат	131	11	3	9
1,1-Dimetylhydrazin	57	14	7	10
1,2-Dimetylhydrazin	540	73	8	10
2,4-Dinitrofenol	51	28	5	10
1,4-Dioxan	123	91	1	6
Dioxin	1746	01	6	11.3
Dipenten /d,l-limonen	138	86	3	3
Ditiooxamid	79	40	3	12
Dodekanol-1	112	53	8	5
Dodekylamin	124	22	1	10
Dodekylbensensulfonsyra/Tensid	27176	87	0	13.1
Dodekylsulfat, Na-salt	151	21	3	13.1
DSDMAC	107	64	2	13
DTPA	67	43	6	13.2
EDTA, Na <sub>2</sub> -saltet/EDTA	6381	92	6	13.2
EDTA, syran	60	00	4	13.2
Etanol	64	17	5	5
Etanolamin	141	43	5	10
Eter	60	29	7	6
2-Etoxietanol	110	80	5	8
2-Etoxietylacetat	111	15	9	8
Ettringit/svavel				2
2-Etyl-hexan-1-ol	104	76	7	5
Etylacetat	141	78	6	7.2
Etylbensen	100	41	4	3
Etylendiamin	107	15	3	10
Etylendiamintetraättiksyra/EDTA	60	00	4	13.2
Etylenglykol	107	21	1	5
Etylmetylketon	78	93	3	6
Fenantren	85	01	8	4
Fenidon/ 1,3-fenyl-pyrazolidinon	92	43	3	13.3
Fenol	108	95	2	5
1,3-Fenyl-pyrazolidinon	92	43	3	13.3
1,4-Fenylendiamin	106	50	3	10
Fenylkvicksilveracetat/kvicksilver	62	38	4	2
Fett				14
Fluoranten	206	44	0	4
Fluorosilikater/kisel				2
Formaldehyd	50	00	0	6
Fosfonsyra/fosfor				2
Glutar(di)aldehyd	111	30	8	6
Glycerol	56	81	5	5
Guanidiniumklorid	50	01	1	10
Hexaklorbensen	118	74	1	11.1
Hexaklorbutadien	87	68	3	11.1

## KAPITEL 18.1 ALFABETISKT INDEX

Hexaklorcyklopentadien	77	47	4	11.1
Hexametylendiamin	124	09	4	10
Hexanol-1	111	27	3	5
Hexanol-2	626	93	7	5
Hydrazin/kväve	302	01	2	2
Hydrokinon	123	31	9	5.3
Hydrokinonmonosulfonat, K <sup>+</sup>	21799	87	1	13.3
1-Hydroxietandifosfonsyra/Fosfor	2809	21	4	2
Hydroxylammoniumsulfat/kväve	10039	54	0	2
Indeno-(1,2,3-cd)pyren	193	39	5	4
Isobutanol/Butanoler	78	83	1	5
Isobutylmetylketon	108	10	1	6
Isoforon	78	59	1	6
Isooktanol/Övriga alif. alkoholer	26952	21	6	5
Isopropanol	67	63	0	5
p-Isopropyltoluen	99	87	6	3
Kaliumhexacyanoferrat(III)	13746	66	2	13.3
Kanelsyredisulfid	63684	32	2	13.3
Karbamid/Urea	57	13	6	10
Kathon	2682	20	4	13.4
Kathon	26172	55	4	13.4
Kathon	26530	20	1	13.4
Kloramin/klor				2
Kloranilin-4	106	47	8	11.4
Klorbensen	108	90	7	11.1
Klordioxid/Klor	10049	04	4	2
Klorerade paraffiner	63449	39	8	11.1
Kloroform	67	66	3	11.1
Kolhydrater				14
Koltetraklorid	56	23	5	11.1
Kresol, meta	108	39	4	5
Kresol, orto	95	48	7	5
Kresol, para	106	44	5	5
Lacknafta				14
LAS	42615	29	2	13.1.1
Laurylalkohol	112	53	8	5
Laurylsulfat, Na <sup>+</sup> -salt	151	21	3	13.1
d-Limonen	5989	27	5	3
d,l-imonen	138	86	3	3
1-Limonen	5989	54	8	3
Merkaptobensotiazol	149	30	4	12
Metanol	67	56	1	5
1-Metoxi-2-propanol	107	98	2	8
2-Metoxietanol	109	86	4	8
2-Metoxietylacetat	110	49	6	8
Metyl p-hydroxibensoat	99	76	3	13
2-Metyl-2-butanol	75	85	4	5
N-Metyl-2-pyrrolidinon	872	50	4	13.3
Metylamin	74	89	5	10
4-Metylaminofenolsulfat	55	55	0	13.3
Metylammoniumhydroklorid	593	51	1	10

## KAPITEL 18.1 ALFABETISKT INDEX

2-Metylanilin	95	53	4	10
N-Metylanilin	100	61	8	10
Metylcyklohexan/cyklohexan	108	87	2	3
Metylditiokarbamat, K <sup>+</sup> salt	137	41	7	12
Metylditiokarbamat, Na <sup>+</sup> salt	137	42	8	12
Metylenbisditiokarbamat, 2Na <sup>+</sup> salt	142	59	6	12
Metylenditiocyanat	6317	18	6	12
Metylisotiocyanat	556	61	6	12
Mineralolja				14
Myrsyra	64	18	6	7.1
Naftalen	91	20	3	4
Naftensyror				7.1
1-Naftylamin	134	32	7	10
Natriumcyanat/Kväve	917	61	3	2
Natriumfluorid/fluor	7681	49	4	2
Natriumhypoklorit/klor	7681	52	9	2
Natrumperborat tetrahydrat/Bor	10486	00	7	2
Natriumselenit/Selen	10102	18	8	2
Nitriler				10
Nitrilotrimetylenfosfonsyra, Na-salt/fosfor	2235	43	0	2
Nitrilotrimetylenfosfonsyra/fosfor	6419	19	8	2
Nitrilotriättiksyra/NTA	139	13	9	13.2
Nitrit(jon)/kväve	1594	56	5	2
4-Nitrobensaldehyd	555	16	8	10
Nonylfenol	25154	52	3	13.1.2
Nonylfenol (blandning)	25154	52	3	13.1.2
4-Nonylfenol	104	40	5	13
4-Nonylfenol	84852	15	3	13.1.2
Nonylfenoletoxylater	9016	45	9	13
NTA	139	13	9	13.2
NTA, trinatriumsalt /NTA	5064	31	3	13
o-Toluidin/ 2-metylanilin	95	53	4	10
Oktaklorstyren	29082	74	4	11.1
Oktan-1	111	87	5	5
Oxalsyra	144	62	7	7.1
Parabener				13.4
Pentaklorfenol	87	86	5	11.4
Pentanol-1	71	41	0	5
Pentanol-2	6032	29	7	5
Pentanol-3	584	02	1	5
Perättiksyra	79	21	0	7
Petroleumdestillat				14
pH/ Alkalinitet				14
Pimarsyra/Kap.inledning	510	39	4	7.1
Polyakrylamid	9003	06	9	10
Polyammoniumkvarternär	31075	24	8	13.1.4
Polyammoniumkvarternär	31512	74	0	13.1.4
Polydimetylsiloxan/kisel	9016	00	6	2
Polyetylenglykol	25322	68	3	5
Polykarboxylater				13.1
Polyklorerade bifenyler	1336	36	3	11.2

## KAPITEL 18.1 ALFABETISKT INDEX

Polyklorerade terfenyler	61788	33	8	11.2
Polyvinylalkohol	9002	89	5	5
1,2-Propandiol	57	55	6	5
1-Propanol, (normal)	71	23	8	5
Propionsyra	79	09	4	7.1
Propylamin	107	10	8	10
1,2-Propylenglykol	57	55	6	5
1,2-Propylenglykoldiacetat	623	84	7	8
Propylenglykolmonometyleter	107	98	2	8
Pyridiniumsalt, kvartärt	34941	69	0	13.1.3
R(+)-Limonen	5989	27	5	3
S(-)-Etyllaktat	687	47	8	7.2
Silikoner/kisel				2
Sorbinsyra	110	44	1	13
Styren	100	42	5	3
Syreförbrukande ämnen				14
Såpa				13.1
TAED/ Tetraacetyletylendiamin	10543	57	4	10
Terpentin				14
Tetraacetyletylendiamin	10543	57	4	10
Tetrabrombisfenol A	79	94	7	12
Tetraetylbly/bly	78	00	2	2
Tetrakloretylen	127	18	4	11.1
Tetrametylbly/bly	75	74	1	2
Tinner				14
Tioacetamid	62	55	5	12
Tiocyanat/Svavel				2
Tiosemikarbazid	79	19	6	12
Tiourinämne	62	56	6	12
TOC/Organiskt material				14
Toluen	108	88	3	3
Toluendiisocyanat/Isocyanater	584	84	9	12
Trietanolamin	102	71	6	10
Trietylamin	121	44	8	10
Trifenylfosfat/fosfor	115	86	6	2
1,2,4-Triklorbensen	120	82	1	11.1
1,1,1-Trikloretan	71	55	6	11.1
Trikloretylen	79	01	6	11.1
Trikloroisocyanursyra/Klor	87	90	1	2
Trimetylamin	75	50	3	10
3,5,5-Trimetylhexanol-1 / Övriga alif. alkoholer	3452	97	9	5
Tvål				13.1
Tyska hårdhetsgrader/Kalcium				2
Urea	57	13	6	10
Urinämne/urea	57	13	6	10
Vanadinpentoxid/Vanadin	1314	62	1	2
Vätecyanid	74	90	8	2
Väteperoxid/Syre	7722	84	1	2
Xantater				12
Xylen (blandning)	1330	20	7	3



## KAPITEL 18.1 ALFABETISKT INDEX

Xylen-m	108	38	3	3
Xylen-o	95	47	6	3
Xylen-p	106	42	3	3
Zeolit A/kisel	1344	00	9	2
Ättiksyra	64	19	7	7.1

## KAPITEL 18. 2. INDEX EFTER CAS-NUMMER

### 18.2 Ordnat efter CAS-nummer.

Ämnen som endast nämns inne i text hittas i närheten av ämnet efter snedstreck, /

Ämne	CAS-nummer	Kapitel
Formaldehyd	50 00 0	6
Guanidiniumklorid	50 01 1	10
Benso(a)pyren	50 32 8	4
2,4-Dinitrofenol	51 28 5	10
2-Brom-2-nitro-1,3-propandiol	52 51 7	13.4
4-Metylaminofenolsulfat	55 55 0	13.3
Koltetraklorid	56 23 5	11.1
Bis(tributyltenn)oxid/tenn	56 35 9	2
1,2-Bensantracen	56 55 3	4
Glycerol	56 81 5	5
Karbamid/Urea	57 13 6	10
Urea	57 13 6	10
Urinämne/urea	57 13 6	10
1,1-Dimetylhydrazin	57 14 7	10
1,2-Propandiol	57 55 6	5
1,2-Propylenglykol	57 55 6	5
EDTA, syran	60 00 4	13.2
Etylendiamintetraättiksyra/EDTA	60 00 4	13.2
Dietyleter/Eter	60 29 7	6
Eter	60 29 7	6
Acetamid	60 35 5	10
Fenylkvicksilveracetat/kvicksilver	62 38 4	2
Anilin	62 53 3	10
Tioacetamid	62 55 5	12
Tiourinämne	62 56 6	12
Etanol	64 17 5	5
Myrsyra	64 18 6	7.1
Ättiksyra	64 19 7	7.1
Bensoesyra	65 85 0	7.1
Dietyltriaminpentaättiksyra/ DTPA	67 43 6	13.2
DTPA	67 43 6	13.2
Metanol	67 56 1	5
Isopropanol	67 63 0	5
Aceton	67 64 1	6
Kloroform	67 66 3	11.1
1-Propanol, (normal)	71 23 8	5
1-Butanol, (normal) /Butanoler	71 36 3	5
Amylalkohol	71 41 0	5
Pentanol-1	71 41 0	5
Bensen	71 43 2	3

## KAPITEL 18. 2. INDEX EFTER CAS-NUMMER

1,1,1-Trikloretan	71 55	6	11.1
Metylamin	74 89	5	10
Cyanväte/kväve	74 90	8	2
Vätecyanid	74 90	8	2
Acetonitril	75 05	8	10
Acetaldehyd	75 07	0	6
Trimetylamin	75 50	3	10
Butanol, tertiär/Butanoler	75 65	0	5
Tetrametylbly/bly	75 74	1	2
Amylalkohol-tert/2-Metyl-2-butanol	75 85	4	5
2-Metyl-2-butanol	75 85	4	5
Hexaklorcyklopentadien	77 47	4	11.1
Dibutyltenndilaurat/tenn	77 58	7	2
Citronsyra	77 92	9	7.1
Tetraetylbly/bly	78 00	2	2
Isoforon	78 59	1	6
Isobutanol/Butanoler	78 83	1	5
2-Butanol, (sekundär) /Butanoler	78 92	2	5
Etylmetylketon	78 93	3	6
Trikloretylen	79 01	6	11.1
Akrylamid/Polyakrylamid	79 06	1	10
Propionsyra	79 09	4	7.1
Akrylsyra	79 10	7	7.1
Tiosemikarbazid	79 19	6	12
Perättiksyra	79 21	0	7
Ditiooxamid	79 40	3	12
Tetrabrombisfenol A	79 94	7	12
Dietylftalat	84 66	2	9
Dibutylftalat	84 74	2	9
Fenantren	85 01	8	4
Butylbensylftalat/Ftalater	85 68	7	9
2,3-Dimetylanilin	87 59	2	10
Hexaklorbutadien	87 68	3	11.1
Pentaklorfenol	87 86	5	11.4
Trikloroisocyanursyra/Klor	87 90	1	2
Naftalen	91 20	3	4
Fenidon/ 1,3-fenyl-pyrazolidinon	92 43	3	13.3
1,3-Fenyl-pyrazolidinon	92 43	3	13.3
Benzidin	92 87	5	10
Bensotriazol1H-	95 14	7	13.3
Xylen-o	95 47	6	3
Kresol, orto	95 48	7	5
1,2-Diklorbensen	95 50	1	11.1
2-Metylanilin	95 53	4	10
o-Toluidin/ 2-metylanilin	95 53	4	10
Metyl p-hydroxibensoat	99 76	3	13
p-Isopropyltoluen	99 87	6	3
Etylbensen	100 41	4	3
Styren	100 42	5	3
Bensylamin	100 46	9	10
Bensylalkohol	100 51	6	5

## KAPITEL 18. 2. INDEX EFTER CAS-NUMMER

Bensaldehyd	100	52	7	6
N-Metylanilin	100	61	8	10
Trietanolamin	102	71	6	10
4-Nonylfenol	104	40	5	13
2-Etyl-hexan-1-ol	104	76	7	5
Dibutylfumarat	105	75	9	7
Xylen-p	106	42	3	3
Kresol, para	106	44	5	5
1,4-Diklorbensen	106	46	7	11.1
Kloranilin-4	106	47	8	11.4
1,4-Fenylendiamin	106	50	3	10
Bensokinon/Hydrokinon	106	51	4	5
Akrolein	107	02	8	6
Allylklorid	107	05	1	11.1
Propylamin	107	10	8	10
Akrylnitril	107	13	1	10
Etylendiamin	107	15	3	10
Etylenglykol	107	21	1	5
DSDMAC	107	64	2	13
1-Metoxi-2-propanol	107	98	2	8
Propylenglykolmonometyleter	107	98	2	8
Isobutylmetylketon	108	10	1	6
Xylen-m	108	38	3	3
Kresol, meta	108	39	4	5
Metylcyklohexan/cyklohexan	108	87	2	3
Toluen	108	88	3	3
Klorbensen	108	90	7	11.1
Fenol	108	95	2	5
2-Metoxietanol	109	86	4	8
Dietylamin	109	89	7	10
Sorbinsyra	110	44	1	13
2-Metoxietylacetat	110	49	6	8
Cellosolve/ 2-etoxietanol	110	80	5	8
2-Etoxietanol	110	80	5	8
Cyklohexan	110	82	7	3
2-Etoxietylacetat	111	15	9	8
Hexanol-1	111	27	3	5
Glutar(di)aldehyd	111	30	8	6
Dietanolamin	111	42	2	10
Dietylenglykol	111	46	6	5
Oktan-1	111	87	5	5
Dekan-1	112	30	1	5
Dodekan-1	112	53	8	5
Laurylalkohol	112	53	8	5
Trifenylfosfat/fosfor	115	86	6	2
Bis-(2-etylhexyl)ftalat	117	81	7	9
Di-2-etylhexylftalat	117	81	7	9
Bis-(oktyl)ftalat	117	84	0	9
Hexaklorbensen	118	74	1	11.1
Di-n-oktylftalat	118	84	0	9
Antracen	120	12	7	4

## KAPITEL 18. 2. INDEX EFTER CAS-NUMMER

1,2,4-Triklorbensen	120	82	1	11.1
Trietylamin	121	44	8	10
N,N-Dimetylanilin	121	69	7	10
4-Aminofenol	123	30	8	13.3
Hydrokinon	123	31	9	5.3
Butylacetat	123	86	4	7.2
1,4-Dioxan	123	91	1	6
Diaminohexan	124	09	4	10
Hexametylendiamin	124	09	4	10
Dodekylamin	124	22	1	10
3-Brom-1-klor-5,5-dimetylhydantoin	126	06	7	13.4
Tetrakloretylen	127	18	4	11.1
Dimetylditiokarbamat, Na <sup>+</sup> salt	128	04	1	12
Dimetylfthalat	131	11	3	9
1-Naftylamin	134	32	7	10
Metylditiokarbamat, K <sup>+</sup> salt	137	41	7	12
Metylditiokarbamat, Na <sup>+</sup> salt	137	42	8	12
Dipenten /d,l-limonen	138	86	3	3
d,l-limonen	138	86	3	3
Cyanoditioimidokarbonat, Na <sup>+</sup> -salt	138	93	2	12
Nitrilotriättiksyra/NTA	139	13	9	13.2
NTA	139	13	9	13.2
Etanolamin	141	43	5	10
Etylacetat	141	78	6	7.2
Metylenbisditiokarbamat, 2Na <sup>+</sup> salt	142	59	6	12
Oxalsyra	144	62	7	7.1
Merkaptobensotiazol	149	30	4	12
Dodekylsulfat, Na-salt	151	21	3	13.1
Laurylsulfat, Na <sup>+</sup> -salt	151	21	3	13.1
Benso(ghi)perylene	191	24	2	4
Indeno-(1,2,3-cd)pyren	193	39	5	4
Benso(b)fluoranten	205	99	2	4
Fluoranten	206	44	0	4
Benso(k)fluoranten	207	08	9	4
Acenaftylene	208	96	8	4
Hydrazin/kväve	302	01	2	2
2,2'-Bipyridin	366	18	7	10
Pimarsyra/Kap.inledning	510	39	4	7.1
Abietinsyra/Kap.inledning	514	10	3	7.1
1,2-Dimetylhydrazin	540	73	8	10
1,3-Diklorbensen	541	73	1	11.1
4-Nitrobensaldehyd	555	16	8	10
Metylisotiocyanat	556	61	6	12
Pentanol-3	584	02	1	5
Toluendiisocyanat/Isocyanater	584	84	9	12
Metylammoniumhydroklorid	593	51	1	10
1,2-Propylenglykoldiacetat	623	84	7	8
Hexanol-2	626	93	7	5
Amylacetat	628	63	7	7.2
S-(-)-Etyllaktat	687	47	8	7.2
N-Metyl-2-pyrrolidinon	872	50	4	13.3

## KAPITEL 18. 2. INDEX EFTER CAS-NUMMER

Natriumcyanat/Kväve	917	61	3	2
Borax/bor	1303	96	4	2
Vanadinpentoxid/Vanadin	1314	62	1	2
Xylen (blandning)	1330	20	7	3
Polyklorerade bifenyler	1336	36	3	11.2
Zeolit A/kisel	1344	00	9	2
Nitrit(jon)/kväve	1594	56	5	2
Dioxin	1746	01	6	11.3
Ammoniumrodanid/ Ammoniumtiocyanat	1762	95	4	2
Ammoniumtiocyanat/svavel	1762	95	4	2
Nitrilotrimetylenfosfonsyra, Na-salt/fosfor	2235	43	0	2
Kathon	2682	20	4	13.4
1-Hydroxietandifosfonsyra/Fosfor	2809	21	4	2
3,5,5-Trimetylhexanol-1 / Övriga alif. alkoholer	3452	97	9	5
NTA, trinatriumsalt /NTA	5064	31	3	13
Citrene/Limonen	5989	27	5	3
d-Limonen	5989	27	5	3
R(+)-Limonen	5989	27	5	3
l-Limonen	5989	54	8	3
Pentanol-2	6032	29	7	5
Metylenditiocyanat	6317	18	6	12
EDTA, Na <sub>2</sub> -saltet/EDTA	6381	92	6	13.2
Nitrilotrimetylenfosfonsyra/fosfor	6419	19	8	2
Butylaminboran, tert- Ammoniak/kväve	7337	45	3	13.3
Natriumfluorid/fluor	7664	41	7	2
Natriumhypoklorit/klor	7681	49	4	2
Väteperoxid/Syre	7681	52	9	2
Ammoniumtiosulfat/Svavel	7722	84	1	2
Alkylbensendimetylammoniumklorid/Tens id	7783	18	8	2
Bensalkoniumklorid	8001	54	5	13.1.4
Polyvinylalkohol	8001	54	5	13.1.4
Polyakrylamid	9002	89	5	5
Polydimetylsiloxan/kisel	9003	06	9	10
Nonylfenoletoxylater	9016	00	6	2
Hydroxylammoniumsulfat/kväve	9016	45	9	13
Klordioxid/Klor	10039	54	0	2
Natriumselenit/Selen	10049	04	4	2
Natrumperborat tetrahydrat/Bor	10102	18	8	2
TAED/ Tetraacetyletylendiamin	10486	00	7	2
Tetraacetyletylendiamin	10543	57	4	10
Butylklorotenndihydroxid/tenn	10543	57	4	10
Kaliumhexacyanoferrat(III)	13355	96	9	3
1-Brom-3-klor-5,5-dimetylhydantoin	13746	66	2	13.3
AmmoniumjärnEDTA/Komplexbildare	16079	88	2	13.4
Hydrokinonmonosulfonat, K <sup>+</sup>	21265	50	9	13.2
CD-2	21799	87	1	13.3
Nonylfenol	24828	38	4	13.3
Nonylfenol (blandning)	25154	52	3	13.1.2
	25154	52	3	13.1.2

## KAPITEL 18. 2. INDEX EFTER CAS-NUMMER

Polyetylenglykol	25322	68	3	5
CD-3	25646	71	3	13.3
CD-4	25646	77	9	13.3
Kathon	26172	55	4	13.4
Kathon	26530	20	1	13.4
Isooktanol/Övriga alif. alkoholer	26952	21	6	5
Dodekylbensensulfonsyra/Tensid	27176	87	0	13.1
Di-isononylftalat	28553	12	0	9
Oktaklorstyren	29082	74	4	11.1
Polyammoniumkvartenär	31075	24	8	13.1.4
Polyammoniumkvartenär	31512	74	0	13.1.4
Pyridiniumsalt, kvartärt	34941	69	0	13.1.3
1,2Dibrom-2,4-dicyanbutan	35691	65	7	13.4
LAS	42615	29	2	13.1.1
Dikloroisocyanursyra/Klor	51580	86	0	2
Polyklorerade terfenyler	61788	33	8	11.2
Di(hydrerad talgalkyl)dietylammoniumklorid	61789	80	8	13.1.4
Klorerade paraffiner	63449	39	8	11.1
Kanelsyredisulfid	63684	32	2	13.3
Alkylbensyldimetylammoniumklorid	68391	01	5	13.1.4
Alkylbensyldimetylammoniumklorid	68424	85	1	13.1.4
Di-isononylftalat	68515	48	0	9
4-Nonylfenol	84852	15	3	13.1.2





## Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
- 1992-02 Samverkan mellan avloppsnät och reningsverk, *Claes Hernebring*
- 1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
- 1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
- 1992-05 Analysmetod för kloridoxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
- 1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
- 1992-08 Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*
- 1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
- 1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effektredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
- 1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
- 1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
- 1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
- 1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
- 1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-17 Vattenboken – Lärboken, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
- 1992-19 Hårdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
- 1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*
- 1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
- 1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
- 1993-05 Användning av kloridoxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
- 1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
- 1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
- 1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
- 1993-10 Generell kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
- 1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Bjorn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
- 1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
- 1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
- 1993-16 Röt-kammarens förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*
- 1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
- 1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
- 1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
- 1994-04 Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Maikael Karlsson*
- 1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
- 1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling, *Thomas Larm*
- 1994-07 Svavelväteproblem i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist*
- 1994-08 Konstgjord grundvattenbildning — Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration, *Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, Kerstin Lekander*
- 1994-09 Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten, *Mats Engdahl*
- 1994-10 Kontroll av bräddavlopp, *Bertil Forsberg*
- 1994-11 Dagvattnets sammansättning, *Per-Arne Malmqvist, Gilbert Svensson, Caroline Fjellström*
- 1994-12 Kortbedömning av TV-inspekterade avloppsledningar, *Olle Nilsson, Peter Stahre*
- 1994-13 Utjämningsmagasin. Erfarenheter i svenska avloppsnät, *Rolf Mansfeldt, Mats Andréasson, Bertil Svensson*
- 1994-14 MIKE SHE I Urban Miljö, Tillämpningsexempel Vittskövle, *Stefan Winberg, Lars-Göran Gustafsson, Lars Bengtsson*
- 1994-15 Avskiljare för lätta vätskor och fett, *Fred Nyberg*
- 1994-16 Datorstödd simulering av aktivslamprocessen – Försök vid 5 svenska reningsverk, *Jes la Cour Jansen, Dines Thornberg, Anders Finnson*

## Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1995-01 Ringar på vattnet – VA-verken och Agenda 21, *Anna Helmrot, Gunnel Jonsson, Örjan Eriksson*
- 1995-02 Transport av föroreningar i avloppssystem. Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP, *Claes Hemebring, Cecilia Appelgren*
- 1995-03 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Hans Björkman, Majlis Stenberg, Ann-Carin Andersson, Anne-Marie Tillman, Erik Kärrman*
- 1995-04 Utvärdering av biologisk fosforavskiljning vid Öresundsverket i Helsingborg – Processtekniska och mikrobiologiska aspekter, *Magnus Christensson, Karin Jönsson, Natuschka Lee, Ewa Lie, Per Johansson, Thomas Welander, Kjetill Østgaard*
- 1995-05 Internkontroll vid VA-verk. Arbetsbok för upprättande och genomförande av internkontrollprogram för arbetsmiljön vid va-verk, *Ingvar Borgström, Anders Karlsson*
- 1995-06 Regional VA-samverkan – Potential och principer, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1995-07 Hårdhetshöjning av dricksvatten med krita-kolsyra, ett alternativ till kalk-kolsyra – Fullskaleförsök vid Öxsjöverket Lerum, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1995-08 Våtmarksrening vid Landsbro ARV, *Leif Lorentzon, Göran Nilsson, Yvonne Gunnevik, Carl Odelberg, Thomas Svensson*
- 1995-09 Tvättmedel – Effekter på reningsverk och miljö, *Cajsa Wahlberg*
- 1995-10 Utvärdering av VAVs läckagestatistik, *Ann-Christin Sundahl, Åse Hasselkvist*
- 1995-11 Trädrötter och avloppsledningar. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar, *Örjan Stål, Jörgen Rosenlöf*
- 1995-12 Renovering av vattenledningar. Riktlinjer för metodval, dimensionering och utförande, *Thomas Johansson, Per Romdal, Øistein Torgersen*
- 1995-13 Nya kemikalier – En utmaning för kommunala reningsverk. Förstudie, *Björn Frostell, Bengt Hultman, Jonas Röttorp, Peter Solyom*
- 1995-14 CD-ROM inom VA, *Leif W Linde, Gunnar Petersson*
- 1995-15 Kvalitetssäkerhet och leveranssäkerhet i distributionssystem för dricksvatten, *Bengt Zagerholm, Rolf Bergström*
- 1995-16 Försöksrapport från biologisk fosforavskiljning vid Jämshögs reningsverk, Olofströms kommun, *Carl-Johan Legeth*
- 1996-01 Organiskt avfall som växtnäingsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser, *H B Wittgren*
- 1996-02 Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner, *Örjan Stål*
- 1996-03 Källsorterad humanurin i kretslopp – Förstudie i tre delar, *Håkan Jönsson, Anna Olsson, Thor Axel Stenström, Gunnel Dalhammar*
- 1996-04 VA sett på nytt sätt – Driftentreprenader i några kommuner, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1996-05 Avrinningsområdesbaserade organisationer som aktiva planeringsaktörer, *Jan-Erik Gustafsson*
- 1996-06 Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät. Metodikmanual, *Ann-Marie Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1996-07 Snösmältningspåverkan på avloppssystem inom urbana områden, *Claes Hemebring*
- 1996-08 Rening av avloppsslam från tungmetaller och organiska miljöfarliga ämnen, *Erik Levlin, Lars Westlund, Bengt Hultman*
- 1996-09 Kemikaliers effekter i VA-sammanhang. En datasammanställning, *Ingemar Dellien*