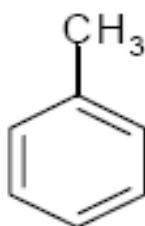


Toluen (CAS nr. 108-88-3). Fastsættelse af kvalitetskriterier**Strukturformel**

Vandkvalitetskriterie, ferskvand: 74 µg/l

Vandkvalitetskriterie, saltvand: 7,4 µg/l

Korttidsvandkvalitetskriterie for fersk- og saltvand: 380 µg/l

English Summary

A water quality standard (WQS) for toluene was derived as described in the report from the Danish EPA: "Principper for fastsættelse af vandkvalitetskriterier for stoffer i overfladevand" [Principles for establishment of Water Quality Standards for substances in surface waters] (Miljøstyrelsen, 2004). The available data included short-term as well as long-term studies with species from three trophic levels.

The lowest effect concentration was 0.74 mg/l (NOEC, crustacean). Assessment factors of 10 (freshwater) and 100 (marine waters) were used resulting in a PNEC (freshwater) of 0.074 mg/l and a PNEC (marine waters) of 0.0074 mg/l. A Maximum Acceptable Concentration (MAC) is normally derived on the basis of the lowest E/LC₅₀ value and an assessment factor of 100 (EU, 2003B). However, in this case, a lower assessment factor of 10 is proposed for derivation of the MAC value. This is justified by the known narcotic mode of action of toluene (EU 2003A) and the associated limited variation in the reported sensitivity of various aquatic organisms to acute exposure to toluene. The lowest acute effect concentration reported was 3.8 mg/l (EC₅₀, crustacean) leading to a PNEC_{acute, freshwater} of 0.38 mg/l. For saltwater an extra assessment factor of 10 is not employed as in addition to a full marine base-set there is

data for 6 species of crustacea with representatives for Decapoda, Copepoda and Amphipoda, representing widely different feeding strategies, including crabs.

As no information on possible endocrine disrupting properties was available and the substance is not bioaccumulative and, furthermore, readily degradable in aquatic environments, no other considerations are relevant for derivation of the water quality standard, which is set equal to the PNEC-value; i.e.,

$$\begin{aligned} \text{Freshwater: WQS toluene} &= 74 \mu\text{g/l} \\ \text{Marine waters: WQS toluene} &= 7.4 \mu\text{g/l} \\ \text{MAC}_{\text{freshwater}} &= \text{MAC}_{\text{saltwater}} = 380 \mu\text{g/l} \end{aligned}$$

Brug af stoffet

Hoveddelen af kommercielt fremstillet toluen anvendes i produktionen af andre kemikalier. Ca. 20 % af produktionen anvendes som opløsningsmiddel i maling, fortyndingsmidler, klæbemidler og tryksværte. Toluen anvendes endvidere som ekstraheringsmiddel i produktionen af farmaceutiske produkter og andre kemiske produkter (EU, 2003A).

Opløselighed i vand

Vandopløselighed: 515 mg/l at 20°C (EU, 2003A).

Giftighed over for vandorganismer (EC₅₀, NOEC, EC_x, PNEC osv.)

Der foreligger mange kvalitetsstudier af toluen's giftighed over for akvatiske organismer, og de studier, der bedst opfylder udvælgelseskriterierne, er sammenstillet i tabellerne 1-4. Der foreligger giftighedsdata fra et eller flere studier på hvert af de tre trofiske niveauer. De fleste af resultaterne er publiceret i internationale tidsskrifter og alle er refereret i EU risikovurderingen (EU, 2003A).

Tabel 1 Økotoxikologiske data for toluen (CAS nr. 108-88-3) over for alger.
Ecotoxicity data for toluene (CAS No. 108-88-3) towards algae

Arter	Varighed	EC50 (mg/l)	NOEC (mg/l)	Metode betingelser	Reference
<i>Selenastrum capricornutum</i>	72 t 96 t		12.5 10	lukket, nominel	Koch (1995) USEPA (1980)
<i>Skeletonema costatum</i>	72 t		10	lukket, nominel	Heijden et al. (1988)
<i>Chlorella vulgaris</i>	72-96 t	207		lukket, nominel	Hutchinson et al. (1980)
<i>Chlamydomonas angulosa</i>	72-96 t	134		lukket, nominel	Hutchinson et al. (1980)
<i>Chlorella vulgaris</i>	24 t 10 d	245	250	åbent system, nominel	Koch (1995), US EPA (1980)
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	7 d	>433	>400	Delvis lukket, nominel	Bringmann & Kühn (1980)

Tabel 2 Økotoxikologiske data for toluen (CAS nr. 108-88-3) over for krebsdyr
Ecotoxicity data for toluene (CAS No. 108-88-3) towards crustaceans

Art	Varighed (timer)	L(E)C ₅₀ (mg/l)	Metode, betingelser	Reference
<i>Daphnia magna</i>	48	11,5	Statisk (lukket), 4-6 dage gamle unger, nominel konc.	Bobra et al. (1983)
<i>Daphnia magna</i>	48	14,9	Statisk, nominel konc.	Hermens (Adema, 1991)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	48	3,78	Dagligt skift, lukket, målt konc.,	Niederlehner et al. (1998)
Andre krebsdyr				
<i>Cancer magister</i> , Crab	96	28	Gennemstrømning	RIVM/Caldwell et al. (1976)
<i>Artemia salina</i> , Brine shrimp	24	33	Statisk, lukket, 25°C	Price et al. (1974)
<i>Crangon franciscorum</i> Bay, shrimp	96	3,5	Statisk,	Benville & Korn (1977)
<i>Palaemonetes pugio</i> , Larval grass shrimp	24	30,6; 25,8	Statisk, 20°C, målt	Potera (1975)
<i>Palaemonetes pugio</i> , Mature grass shrimp	24	20,2; 17,2	Statisk, 20°C, målt	Potera (1975)
<i>Nitocra spinipes</i> , Copepod	24	24,2; 74,2	Statisk, 20°C, målt	Potera (1975)
<i>Chaetogammarus mannus</i> Marine crustacea	48	18	Statisk, Initial konc. 96% af nominel.	Adema (1991)

Tabel 3 Økotoxikologiske data for toluen (CAS nr. 108-88-3) over for fisk
Ecotoxicity data for toluene (CAS No. 108-88-3) towards fish

Art	Varighed (timer)	LC50 (mg/l)	Metode, betingelser	Referencer
<i>Pimephales promelas</i> Fathead minnow	96	63 embryon	Gennemstrømn.	Devlin et al. (1982)
	96	29 1-d gl.		
	96	26 30-d gl		
<i>Pimephales promelas</i> Fathead minnow	96	31,7	Gennemstrømn. målt	Geiger et al. (1990)
<i>Carassius auratus</i> Guldfisk	96	22,8	Gennemstrømn. målt	Brenniman et al. (1976)
<i>Lepomis macrochirus</i> Bluegill sunfish	24	17	Statisk lukket, nominel	Buccafusca et al. (1981)
	96	13		
<i>Cyprinodon variegatus</i> Sheepshead minnow	96	13	Early life stage test	Suter & Rosen (1988)
<i>Oncorhynchus kisutch</i> Coho salmon	96	5.5	Gennemstrømn. målt.	Moles et al. (1981)
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> Pink salmon	24	54	Statisk, målt	Thomas & Rice (1979)
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> Pink salmon	96	7 (6,4-8,1)	Statisk, målt	Korn et al. (1979)
<i>Morone saxatilis</i> Striped bass	24	6.3	Statisk, målt	Benville & Korn (1977)
	96	(7300 ml/l)		

Tabel 4 Kroniske toksicitetsstudier med toluen (alle citeret i EU, 2003A)
Chronic toxicity studies with toluene (all cited in EU, 2003A)

Art	Varighed	LOEC mg/l	NOEC mg/l	Metode, betingelser	Ref.
Fisk					
<i>Carassius auratus</i> (fry)	30 d			G, US EPA	Brenniman et al. (1976)
<i>Pimephales promelas</i> (embryo-larvae)	32 d	6	4	G, målt	Devlin et al. (1982)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (fry)	40 d	3,2	1.4	G, målt	Moles et al. (1981)
<i>Cyprinodon variegatus</i> (egg-juvenile)	28 d	7,7	3.2	G, 25%	Ward et al. (1981)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (ELS)	27 d	0,0029		G, målt., LC10: 2.9 pg/l	Black et al. (1982)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (ELS)	27 d	4,4/10,8	1,4/4,7	G, målt, 2 test	WRc i UK
Daphnia					
<i>Daphnia magna</i>	21 d		1,0	S-S, lukket system, målt	Kühn et al. (1989)
<i>Ceriodaphnia dubia</i> (reproduction)	7 d	2,76	0,74	S-S, målt konc.	Niederlehner et al. (1998)

G: gennemstrømning, S-S : semi-statisk

Da toluen er et flygtigt stof, er data baseret på målte koncentrationer og lukkede systemer at foretrække. Dog er der ingen alge-studier med målte koncentrationer. I to studier opnås en NOEC på 10 mg/l, denne værdi anvendes til vurderingen i EU (2003A) og dermed også her. For dafnier vurderes 48 timers studierne at være af bedst kvalitet, effektkoncentrationerne for disse er: 3,8; 11,5 og 14,9 mg/l. For fisk er den laveste LC₅₀ værdi på 5,5 mg/l i ferskvand og 5,4 mg/l i saltvand, begge disse værdier stammer fra forsøg med gennemstrømning og målte koncentrationer. Den laveste NOEC værdi er for *Ceriodaphnia dubia* på 0,74 mg/l som anvendes til beregning af PNEC.

Giftighed over for pattedyr og fugle (NOEC, NOAEL, PNEC_{oral} (PNEC_{føde}), hormonforstyrrende effekter osv.)

Der er en meget stor mængde data for både akut og kronisk toksicitet af toluen over for pattedyr, herunder forsøg på mus, rotter og kanin. Et udvalg af studierne er angivet i tabel 5 nedenfor.

Tabel 5 Toksikologiske data for toluen (CAS nr. 108-88-3)
Toxicity data for toluene (CAS No. 108-88-3)

Art	Eksposering	LC ₅₀ (inhalation) LD ₅₀ (oral, dermal, intraperitoneal appliktion)	Kilde
Rotte, <i>Rat</i>	Inhalation 1 t	> 100 mg/l	Benignus (1981)
Rotte, <i>Rat</i>	Inhalation 6 t	22,0-23,5 mg/l	Bonnet et al. (1982)
Rotte, <i>Rat</i>	Inhalation 6.5 t	45,8 mg/l	Cameron et al. (1938)
Rotte, <i>Rat</i>	Inhalation 4 t	28,1 mg/l	BASF (1980)
Rotte, <i>Rat</i>	Inhalation 4 t	12,5-28,8 mg/l	Pozzani et al. (1959)
Rotte, <i>Rat</i>	Inhalation 4 t	33 mg/l	Carpenter et al. (1976)
Mus, <i>Mouse</i>	Inhalation 6 t	24,0-27,9 mg/l	Bonnet et al. (1982)
Mus, <i>Mouse</i>	Inhalation 6 t	26,0 mg/l	Bonnet et al. (1979)
Mus, <i>Mouse</i>	Inhalation 7 t	19,9 mg/l	Svirbely et al. (1943)
Rotte, <i>Rat</i>	Oral	7500 mg/kg	Smyth et al. (1969)
Rotte, <i>Rat</i>	Oral	5900 mg/kg	Ungváry et al. (1982)
Rotte, <i>Rat</i>	Oral	5500 mg/kg	Kimura et al. (1971)
Rotte, <i>Rat</i>	Oral	5580 mg/kg	Withey & Hall (1975)
Rotte, <i>Rat</i>	Oral	7000 mg/kg	Wolf et al. (1956)
Kanin, <i>Rabbit</i>	Dermal	12400 mg/kg	Smyth et al. (1969)
Rotte, <i>Rat</i>	Intraperitoneal (inden for bughinden)	1600 mg/kg	Fodor (1972); Ikeda & Othsuji (1971); Lundberg et al. (1983)
Rotte, <i>Rat</i>	Intraperitoneal (inden for bughinden)	1330-1640 mg/kg	IUCLID (2000)
Mus, <i>Mouse</i>	Intraperitoneal (inden for bughinden)	2159 mg/kg	Koga & Ohmiya (1978)

Alle forsøg er refereret i EU, 2003A

Giftighed over for mennesker (ADI, TDI, hormonforstyrrende effekter, klassificering for kræft, reproduktionsskader og mutagenicitet)

Toluen er klassificeret F; R11 Repr.Cat.3; R63 Xn; R48/20-65 Xi; R38 R67.

Der foreligger ikke oplysninger om, hvorvidt stoffet har hormonforstyrrende egenskaber. Toluen er ikke opført på EUs liste over stoffer med registrerede hormonforstyrrende egenskaber (Miljøstyrelsen, 2008), og der er ikke fundet eksperimentelle data vedrørende sådanne egenskaber for stoffet.

Afsmag i fisk, skaldyr o.l.

Der foreligger ikke oplysninger om, at toluen skulle give anledning til afgivelse af lugt og/eller smag til levende organismer i vandmiljøet.

Nedbrydelighed

Bionedbrydeligheden af toluen er undersøgt i flere test for let bionedbrydelighed og alle studier indikerer let bionedbrydelighed (EU, 2003A). Toluen anses på den baggrund for at være let nedbrydeligt i akvatisk miljø.

Bioakkumulering (log K_{ow}, BCF, BMF)

Toluen har en log K_{ow} <3 hvilket indikerer et lavt potentiale for bioakkumulering i akvatiske organismer. Der er angivet en række bioakkumuleringsstudier i risikovurderingsrapporten, Den højeste BCF-værdi (på fisk (*Leuciscus idus melanotus*)) er på 90 og afspejler worst-case (EU, 2003A). Derfor vurderes toluen at have et lavt potentiale for bioakkumulering.

Naturlig forekomst

Toluen forekommer naturligt, de naturlige kilder er vulkaner og skovbrande samt lave koncentrationer i råolie. De naturlige kilder til toluen er små sammenlignet med de menneskeskabte kilder ved forskellige anvendelser af produkter baseret på fossil olie (EU 2003A).

Der er målt koncentrationer af toluen over detektionsgrænsen i 7 ud af 146 tilfælde i overfladevand i Tyskland. Den gennemsnitlige koncentration var på 0,975 µg/l (EU, 2003A).

Vandkvalitetskriterie, inkl. argumentation og kvalitetsvurdering af udslagsgivende undersøgelser

Vandkvalitetskriterierne er fastsat i overensstemmelse med Miljøstyrelsens vejledning (Miljøstyrelsen 2004).

Som grundlag for vandkvalitetskriteriet beregnes først en PNEC-værdi som beskrevet i "Principper for fastsættelse af vandkvalitetskriterier for stoffer i overfladevand" (Miljøstyrelsen, 2004). Den laveste effektkoncentration er 0,74 mg/l (NOEC, *Ceriodaphnia*), og da dette studie er anvendt som udslagsgivende i forhold til fastsættelse af PNEC i EU's risikovurderingsrapport (EU, 2003A) vurderes studiet at være troværdigt og relevant i forhold til fastsættelse af vandkvalitetskriterium for toluen.

Der findes både akutte og kroniske forsøg på alle tre trofiske niveauer anvendes i følge principperne fra Miljøstyrelsen en usikkerhedsfaktor på 10 for ferskvand og på 100 for saltvand. Herved opnås en PNEC (ferskvand) på 0,074 mg/l og PNEC (saltvand) på 0,0074 mg/l.

Der skal desuden udledes et korttidsvandkvalitetskriterium KVKK. Der er ikke statistisk sikker forskel på EC50 værdierne for arter der lever i ferskvand og i saltvand, og derfor slås de to datasæt sammen (Mann-Whitney U-test, $P > 0,2$, tosidet). KVKK ville normalt blive beregnet ud fra den laveste E/LC50-værdi på 3,8 mg/l (dafnier) og en usikkerhedsfaktor på 100, idet der findes akutte forsøg på tre trofiske niveauer (EU, 2003B; Miljøstyrelsen, 2004). I dette tilfælde foreslås usikkerhedsfaktoren dog reduceret til 10 idet toluen vides at være narkotisk virkende, hvilket også kan aflæses i den lave variation mellem de forskellige organismer og organismegrupperes følsomhed over for stoffet – standardafvigelsen af de log₁₀ transformerede EC50 værdier er 0,30 for ferskvand, 0,31 for saltvand og 0,31 for fersk- og saltvandsarter slået sammen. Herved opnås en PNEC_{akut} på 0,38 mg/l for ferskvand.

For saltvand ville man normalt anvende yderligere en faktor 10 (altså 100), men der er EC50 værdier for marine fisk, krebsdyr og alger og krebsdyrgruppen er repræsenteret ved 8 arter repræsenterende Decapoda, Copepoda og Amphipoda og repræsenterende vidt forskellige fødestrategier inkl. strategier, som ikke er repræsenterede i datasættet for ferskvand (f.eks. krabber). Dertil kommer at variationen i EC50 værdierne er lille og at ferskvandsarterne ser ud til at have samme følsomhed som ferskvandsarterne. Derfor bruges der ikke en ekstra usikkerhedsfaktor for saltvand.

Stoffet er ikke opført på EUs liste over stoffer med registrerede hormonforstyrrende egenskaber (EU, 2002), og der er ikke fundet eksperimentelle data for stoffet vedrørende sådanne egenskaber.

Toluen anses for at være let nedbrydeligt i det akvatiske miljø og for at være ikke-bioakkumulerbart. Der er dermed ikke andre forhold, der kommer i betragtning ved udledningen af vandkvalitetskriteriet.

Vandkvalitetskriterier for toluen:

$$\begin{aligned} \text{VKK}_{\text{ferskvand}} &= 74 \mu\text{g/l} \\ \text{VKK}_{\text{saltvand}} &= 7,4 \mu\text{g/l} \\ \text{KVKK}_{\text{ferskvand}} &= \text{KVKK}_{\text{saltvand}} = 380 \mu\text{g/l} \end{aligned}$$

Referencer

Miljøstyrelsen (2004). Principper for fastsættelse af vandkvalitetskriterier for stoffer i overfladevand, Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4 2004.

Adema DMM (1991). The Acute Aquatic Toxicity of Alkylbenzenes. Organisation for Applied Scientific Research (TNO), TNO Report R91/198, Delft, The Netherlands.

BASF (1980). Bestimmung der akuten Inhalationstoxizität LC50 von Toluol min. 99.5% (Merck AG) als Dampf bei 4stündiger Exposition an Sprague-Dawley-Ratten.

Benville PE, Korn S (1977). The acute toxicity of six monocyclic aromatic crude oil components to striped bass (*Morone saxatilis*) and bay shrimp (*Crangon franciscorum*). Calif. Fish Game 63(4), 204-209.

Benignus VA, Muller KE, Barton CN, Bittikofer JA (1981). Toluene levels in blood and brain of rats during and after respiratory exposure. Toxicol. Appl. Pharmacol. 61, 326-334.

- Black JA, Birge WJ, McDonnell WE, Westerman AG, Ramey BA, Bruser DM (1982). The Aquatic Toxicity of Organic Compounds to Embryo-larval Stages of Fish and Amphibians. Water Resources Research Institute, University of Kentucky. Research Report No. 133. PB82-224601, NTIS, US Department of Commerce.
- Bobra AM, Shiu Wy, Mackay D (1983). A predictive correlation for the acute toxicity of hydrocarbons and chlorinated hydrocarbons to the water flea (*Daphnia magna*). *Chemosphere* 12(9), 1121-1129.
- Bonnet P, Morele Y, Raoult G, Zissu D, Gradiski D (1982). Détermination de la concentration létale₅₀ des principaux hydrocarbures aromatiques chez le rat. *Arch. Mal. Prof.* 34, 261-65.
- Bonnet P, Raoult G, Gradiski D (1979). Concentration létales 50 des principaux hydrocarbures aromatiques. *Arch. Mal. Prof.* 40, 805-810.
- Brenniman G, Hartung R, Weber WJ (1976). A continuous flow bioassay method to evaluate the effects of outboard motor exhausts and selected aromatic toxicants on fish. *Water Res.* 19, 165-169.
- Bringmann G, Kühn R (1980). Comparison of the toxicity thresholds of water pollutants to bacteria, algae, and protozoa in the cell multiplication inhibition test. *Water Res.* 14, 231-241.
- Buccafusco RJ, Ells Sj, LeBlanc GA (1981). Acute toxicity of priority pollutants to Bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 26, 446-452.
- Caldwell RS, Calderone EM, Mallon WH (1976). Effects of a seawater-soluble fraction of Cook inlet crude oil and its major aromatic components on larval stages of the Dungeness Crab, *Cancer magister dana*. In: *Fate and Effects of Petroleum Hydrocarbons in Marine Organisms and Ecosystems*. Pergamon Press, New York, 210-220.
- Cameron GR, Paterson JLH, De Saram GSW, Thomas JC (1938). The toxicity of some methyl derivatives of benzene with special reference to pseudocumene and heavy coal tar naphtha. *J. Path. Bact.* 46, 95-107.
- Carpenter CP, Geary DL Jr, Myers RC, Nachreiner DJ, Sullivan LJ, King JM (1976). Petroleum hydrocarbon toxicity studies. XIII. Animal and human response to vapors of toluene concentrate. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 36, 473-490.

Devlin EW, Brammer JD, Puyear RL (1982). Acute toxicity of toluene to three age groups of Fathead minnows (*Pimephales promelas*). Bull. Environm. Contam. Toxicol. 29, 12-17.

EU (2003A): European Union Risk Assessment Report, TOLUENE, CAS No: 108-88-3, EINECS No: 203-625-9, RISK ASSESSMENT.

EU (2003B). European Commission. ECB Institute for Health and Consumer Protection. Technical Guidance Document (TGD) on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market.

EU (2011). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical Report – 2011 – 055. Guidance Document No. 27 Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards.

Fodor GG (1972). Schädliche Dämpfe. VDI Verlag, Düsseldorf.

Geiger DL, Brooke LT, Call DJ (eds.) (1990). Acute Toxicity of Organic Chemicals to Fathead minnow (*Pimephales promelas*). Vol.V. Center for Lake Superior Environmental Studies, University of Wisconsin-Superior.

Heijden CA van der, Mulder HCM, de Vrijer F, Woutersen RA, Davis PB, Vink GJ, Heijna-Merkus E, Janssen PJCM, Canton JH, van Gestel CAM (1988). Integrated criteria document toluene effects. National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), Appendix to Report 758473010, Bilthoven, The Netherlands.

Hermens J, Canton H, Janssen P, de Jong R (1984). Quantitative structure-activity relationships and toxicity studies of mixtures of chemicals with anaesthetic potency: acute lethal and sublethal toxicity to *Daphnia magna*. Aquat. Toxicol. 5, 143-154.

Hutchinson TC, Hellebust JA, Tam D, Mackay D, Mascarenhas RA, Shiu WY (1980). The correlation of the toxicity to algae of hydrocarbons and halogenated hydrocarbons with their physical-chemical properties. Environ. Sci. Res. 16, 577-586.

Ikeda M, Ohtsuji H (1971). Phenobarbital-induced protection against toxicity of toluene and benzene in the rat. Toxicol. Appl. Pharmacol. 20, 30-43.

IUCLID (2000): International Uniform Chemical Information Database. European Commission, Joint Research Centre, European Chemical Bureau, EUR 19559 EN. CD-ROM.

- Kimura ET, Ebert DM, Dodge PW (1971). Acute toxicity and limits of solvent residue for sixteen organic solvents. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 19, 699-704.
- Koch R (1995). *Umweltchemikalien. Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten. Dritte Auflage.* VCH Verl., Weinheim, Germany.
- Koga K, Ohmiya Y (1978). Potentiation of toluene toxicity by hepatic enzyme inhibition in mice. *J. Toxicol. Sci.* 3, 25-30.
- Korn S, Moles DA, Rice SD (1979). Effects of temperature on the median tolerance limit of pink salmon and shrimp exposed to toluene, naphthalene, and Cook Inlet crude oil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 21, 521-525.
- Kühn R, Pattard M, Pernak KD, Winter (1989). Results of the harmful effects of water pollutants to *Daphnia magna* in the 21 day reproduction test. *Water Res.* 23(4), 501-510.
- Lundberg I, Håkansson M, Gustavsson P (1983). Relativ leverskadande effekt av 14 organiska lösningmedel vid intraperitoneal injektion på råtta. *Arbete och Hälsa* 22, 1-20.
- Moles A, Bates S, Rice SD, Korn S (1981). Reduced growth of Coho salmon fry exposed to two petroleum components, Toluene and naphthalene in fresh water. *Transactions A. Fish. Soc.* 110, 430-436.
- Miljøstyrelsen (2008). EU's liste over 194 stoffer, der anses for at være hormonforstyrrende eller potentielt hormonforstyrrende. Online. www.mst.dk.
- Miljøstyrelsen (2004). Principper for fastsættelse af vandkvalitetskriterier for stoffer i overfladevand, Vejledning fra 'Miljøstyrelsen Nr. 4 2004.
- Miljøministeriet (2005). Bekendtgørelse nr. 923 af 28. september 2005. Listen over farlige stoffer 2005. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.
- N-Class (2006): Den Nordiske klassificeringsdatabase. On-line på: www.kemi.se (august 2006).
- Niederlehner BR, Cairns J, Smith EP (1998). Modeling acute and chronic toxicity of nonpolar narcotic chemicals and mixtures to *Ceriodaphnia dubia*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 39, 136-146.
- Potera GT (1975). The Effects of Benzene, Toluene and Ethylbenzene on several important Members of the Estuarine Ecosystem. Ph.D. dissertation, Lehigh University.

Pozzani UC, Weil CS, Carpenter CP (1959). The toxicological basis of threshold limit values: 5. The experimental inhalation of vapor mixtures by rats, with notes upon the relationship between single dose inhalation and single dose oral data. *Amer. Ind. Hyg. Assoc. J.* 20, 364-369.

Price KS, Waggy GT, Comway RA (1974). Brine shrimp bioassay and seawater BOD of petrochemicals. *J. Water Pollution Control. Federation* 46(1), 63-77.

Smyth HF, Carpenter CP, Weil CS, Pozzani UC, Striegel JA, Nycum JS (1969). Range-finding toxicity data: List VII. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 30, 470-6.

Suter GW, Rosen AE (1988). Comparative toxicology for risk assessment of marine fishes and crustaceans. *Environ. Sci. Technol.* 22(5), 548-556

Svirbely JL, Dunn RC, Von Oettingen WF (1943). The acute toxicity of vapors of certain solvents containing appreciable amounts of benzene and toluene. *J. Ind. Hyg. Toxicol.* 25, 366-373.

Thomas RE, Rice SD (1979). The effect of exposure temperatures on oxygen consumption and opercular breathing rates of pink salmon fry exposed to toluene, naphthalene and water soluble fractions of Cook Inlet crude oil and No. 2 fuel oil. *Mar. Pollut.* 79, 39-52

Ungváry G, Tátrai E, Szeberényi S, Rodics K, Lőrincz M, Barcza G (1982). Effect of toluene exposure on the liver under different experimental conditions. *Exp. Mol. Pathol.* 36, 347-360.

Ward GS, Parrish PR, Rigby RA (1981). Early life stage toxicity tests with a saltwater fish: effects of eight chemicals on survival, growth and development of sheepshead minnows (*Cyprinodon variegatus*). *J. Toxicol. Environ. Health* 8, 225-240.

Withey RJ, Hall JW (1975). The joint toxic action of perchloroethylene with benzene or toluene in rats. *Toxicology* 4, 5-15.

Wolf MA, Rowe VK, McCollister DD, Hollingsworth RL, Oyen F (1956). Toxicological studies of certain alkylated benzenes and benzene. *Arch. Ind. Health* 14, 387-398.

WRC (1991). The effect of toluene on early life stages of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Report No. DoE 2943, UK.