

RAPPORT LNR 3982-99

**Miljøvurdering av et  
uhellsutslipp av toluen  
til Glomma ved  
Sarpsborg**

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Serlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

<b>Titel</b> Miljøvurdering av et uhellsutslipp av toluen til Glomma ved Sarpsborg	<b>Løpenr. (for bestilling)</b> 3982-99	<b>Dato</b> 11/1-99
	<b>Prosjektnr. Undemr.</b> O-99029	<b>Sider Pris</b> 9
<b>Forfatter(e)</b> John Arthur Berge	<b>Fagområde</b> Miljøgifter i sjøvann	<b>Distribusjon</b> Fri
	<b>Geografisk område</b> Østfold	<b>Trykket</b> NIVA

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Borregaard Industries A/S	<b>Oppdragsreferanse</b>
------------------------------------------------------	--------------------------

<b>Sammendrag</b> I forbindelse med et uhell ved Borregaards vanillinfabrikk i Sarpsborg den 13/12-1998 ble det ble sluppet ut ca 1000 l toluen til Glomma. Utslipet fant sted over en periode på ca 30 min. Vannføringen i Glomma var på det aktuelle tidspunkt ca. 450 m <sup>3</sup> /time. Ved homogen innblanding ville dette teoretisk gi en konsentrasjon av toluen på ca. 1 mg/l. Det er realistisk å tro at en i løpet av noen få timer-ett døgn hovedsakelig pga. fordampning vil miste en vesentlig del toluen til atmosfæren slik at gjennomsnittskonsentrasjon av toluen neppe vil overskride ca. 0.15-0.5 mg/l. Grenseverdier for akutte effekter av toluen i akvatiske miljøer ligger for de fleste undersøkte organismer på over 1 mg/l, dvs høyere verdier enn det som kan tenkes å opptre etter full innblanding av utslippet med vannet fra resipienten. Det er derfor lite trolig at utslippet har hatt vesentlige akutte konsekvenser på vannlevende organismer i resipienten. Pga. rask fordampning, nedbrytning og fortykning med annet vann i kystsonen er det ingen grunn til å anta at utslippet vil få langsiktige konsekvenser for organismer i Glomma og dens munningsområde.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Fire norske emneord</b> 1. Toluen 2. Utslipp 3. Effekter 4. Glomma	<b>Fire engelske emneord</b> 1. Toluene 2. Spill 3. Effects 4. Glomma
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------



John Arthur Berge  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3578-7



Bjørn Braaten  
Forskningsjef

**Miljøvurdering av et uhellsutslipp av toluen til  
Glomma ved Sarpsborg**

## **Forord**

I forbindelse med et episodisk utslipp av toluen ved vanillinfabrikken til Borregaards i Sarpsborg den 13/12-1998 ble NIVA bedt om å vurdere eventuelle miljøeffekter i Glomma og dens munningsområde.

Oslo, 11/1 1999

*John Arthur Berge*

## **Innhold**

<b>1. Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2. Toluens fysisk kjemiske egenskaper</b>	<b>5</b>
<b>3. Forventede konsentrasjoner i resipienten</b>	<b>6</b>
<b>4. Giftighet av toluen i akvatisk miljø og vurdering av mulige effekter</b>	<b>7</b>
<b>5. Konklusjoner</b>	<b>8</b>
<b>6. Referanser</b>	<b>9</b>

## 1. Innledning

I forbindelse med et episodisk uhellsutslipp av toluen ved Borregaards vanillinfabrikk i Sarpsborg den 13/12-1998 rant det ut 3000 l av en toluen/vann løsning til Glomma. Løsningen rant ut i elven som et overflateutslipp. Konsentrasjonen av toluen i løsningen tilsvarer et utslipp på ca. 1000 l toluen. Utslipet fant sted over en periode på ca 30 min. Vannføringen i Glomma var på det aktuelle tidspunkt ca. 450 m<sup>3</sup>/time.

## 2. Toluens fysiske kjemiske egenskaper

Toluen (metylbenzen) er en brennbar flyktig væske. En oversikt over en del relevante fysiske og kjemiske egenskaper til toluen ses i tabell 1. Transport av toluen fra vann til atmosfære antas å være relativt rask. Undersøkelser viser halveringstid for toluen i vann fra 5 timer (fra 1m dyp) (WHO, 1985) til opptil ca. 9 dager (Bogacka et al. 1997). I atmosfæren vil toluen oksideres (halveringstid beregnet til 12.8 timer) (WHO, 1985).

Tabell 1. Utvalgte fysiske kjemiske egenskaper til toluen (WHO, 1985)

Smeltepunkt	-95 °C
Kokepunkt	110.6 °C
Tetthet (20 °C)	0.8669
Damptrykk (25 °C)	28.7 mmHg
Log oktanol/vann fordelingskoeffesient	2.69
Løslighet i ferskvann (25 °C)	535 mg/l
Løslighet i sjøvann (25 °C)	380 mg/l

Toluen er i hovedsak lett nedbrytbar i akvatiske miljøer (referert i WHO, 1985). Standardtester tilsier 63-86 % nedbrytning (biotisk oksidasjon) etter 20 dager (WHO, 1985). I jord brytes toluen fullstendig ned i løpet av 50-240 timer avhengig av jordtype, fuktighetsgrad og utgangskonsentrasjon. Ingen nedbrytning ble imidlertid observert ved høye konsentrasjoner (>200 µg/g) og i tørr jord (Davies og Madsen, 1996). Nedbrytning av toluen i sediment under anaerobe forhold kan finne sted (Jorgensen et al 1995, Bogacka et al. 1997).

Log oktanol/vann fordelingskoeffesient for toluen (Tabell 1) tilsier lite til moderat bioakkumulering (WHO, 1985). Biokonsentrasjonsfaktor (BCF) for fisk er oppgitt til 45 og en må følgelig regne med ca 50 ganger høyere konsentrasjon i fisk enn i vann (Laake, 1991) ved eksponering over lang tid. WHO (1985) refererer til undersøkelser som tyder på at halveringstiden for toluen i fisk (*Anguilla japonica*) er kort (1.4 dager) og konkluderer med at toluen ikke vil oppkonsentreres i næringskjeden.

### 3. Forventede konsentrasjoner i resipienten

Dersom de 1000 l toluen som ble sluppet ut blandes homogent inn i den mengde Glommavann som passerer utslippspunktet i løpet av 30 min gir dette en teoretisk gjennomsnittlig konsentrasjon på ca. 1 mg/l i Glomma. Før en slik full innblanding finner sted antar en at en betydelig del av toluenen vil ha fordampet til atmosfæren. I sterkt omrørt vann (1 m dypt) er det rapportert en halveringstid for toluen på ca 0.5 time (Buikema and Hendricks, 1980). Undersøkelser i en mindre elv i USA i en vintersituasjon antyder en halveringstid for toluen på 4-5 timer basert på fordampning alene, og i tillegg vil også bakteriell nedbrytning bidra til en redusert konsentrasjon (Kim et al. 1995, Cohen et al. 1995).

En antar derfor at mer enn 50% av toluenen vil være fordampet eller nedbrutt før vannmassene når Glommas munningsområde. Dette skulle ved full innblanding Glommavann (dvs den mengde vann som passerte bedriften i løpet av utslipps perioden) tilsi en gjennomsnittskonsentrasjon som ikke overstiger ca. 0.5 mg/l.

I Glommas munningsområde og i Hvaler estuariet vil toluenholdig Glommavann i hovedsak legger seg oppå det salte kystvannet men også blandes noe med sjøvann slik at toluenkonsentrasjonen blir redusert tilsvarende. I tillegg vil en få noe innblanding med Glommavann som ikke inneholder toluen. I selve Hvalerestuaret vil forventet innblanding med sjøvann i det toluenholdige Glommavannet redusere konsentrasjonen ytterligere til ca. 30%. Dette skulle tilsi at den initielle gjennomsnittlige utgangskonsentrasjonen av toluen i Glommas munningsområde sannsynligvis ikke har overskredet et nivå tilsvarende ca. 0.15 mg/l. Ytterligere fordampning vil over tid redusere konsentrasjonen videre. Basert på forsøk i modelløkosystem er det for en vintersituasjon beregnet at oppholdstiden for toluen i et temperert kystområde (Narragansett bay) pga. fordampning vil være ca 1 uke, mens den sommertid vil kunne være ca 1 dag (Wakeham et al. 1985). Basert på erfaringer fra de samme forsøk (Wakeham et al. 1985) må en anta at en helt ubetydelig mengde toluen vil bli adsorbent til partikulært materiale og havne i sedimentene i Glomma og dens munningsområde.

En totalvurdering tilsier at en må forvente at enkelte gruntvannsområder i Hvalerestuaret vil kunne bli eksponert for toluenholdig vann. Som et realistisk verste tilfelle antas at hovedmengden av dette vannet vil ha en konsentrasjon av toluen som ikke overskrider ca. 0.15-0.5 mg/l.

## 4. Giftighet av toluen i akvatisk miljø og vurdering av mulige effekter

Utslippet av toluen var kortvarig (0.5 time) og det er derfor naturlig å sammenligne de konsentrasjoner som kan tenkes å opptre i resipienten med grenser for akutt giftighet. US Environmental Protection Agency (EPA) opererer i deres vannkvalitetskriterier med grenseverdier for akutte effekter i akvatisk miljøer på henholdsvis 17.5 mg/l (ferskvann) og 6.3 mg/l (sjøvann). Dette er langt høyere konsentrasjoner enn det som i dette tilfelle kan tenkes å opptre etter full innblanding av utslippet med vannet fra resipienten (0.15-0.5 mg/l).

Også andre sammenstillinger av toksisitetdata for toluen (Buikema and Hendrics, 1980, WHO, 1985) tyder på at de konsentrasjoner, som kan tenkes å opptre i hovedmengden av vann påvirket av utslippet, er lavere enn det som gir akutt effekt på flertallet av de organismer som en har toksisitetdata for. Også nyere litteratur fra 90-tallet (tabell 1) tyder på at toluenkonsentrasjonen i hovedvannmassene forårsaket av utslippet til Glomma ligger under det som i tester har gitt akutte toksiske effekter.

Forsøk med enkelte organismer som *Salvelinus sp.* (Black et al. 1982 referert i Laake et al. 1991), *Crassostrea gigas* (Buikema and Hendrics, 1980), viser akutte effekter (LC50, 2-4 dager) av toluen på et nivå (henholdsvis 0.02, 0.17 mg/l) som ligger godt under det som kan tenkes å være forårsaket av utslippet. Imidlertid vil varigheten av eksponeringstiden være relativt kort. For fastsittende organismer, som vannmassene passerer i selve Glommavil eksponeringstiden være ca 0.5 time.

**Tabell 1.** Resultatet av noen akutte akvatisk giftighetstester med toluen foretatt på 90-tallet. For en bredere oversikt over eldre data refereres til Buikema and Hendrics (1980) og WHO (1985).

Art	Effekt målt	Konsentrasjon av toluene	Referanse
Fiskelarve ( <i>Pimephales promelas</i> ), Fathead minnow	LC50 <sup>1</sup> , 4 dager	17.03 mg/l	Marchini et al. 1992
Fiskelarve (<25 timer gammel) ( <i>Pimephales promelas</i> ), Fathead minnow	LC50 <sup>1</sup> , 7 dager	9.39 mg/l	Marchini et al. 1992
Juvenil fisk (28-22 dager gammel) ( <i>Pimephales promelas</i> ), Fathead minnow	LC50 <sup>1</sup> , 4 dager	36.2 mg/l	Marchini et al. 1992
Fiskelarve (<25 timer gammel) ( <i>Pimephales promelas</i> ), Fathead minnow	NOEC <sup>2</sup> , 7 dagers test på overlevelse og vekst	5.44 mg/l	Marchini et al. 1992
Fiskelarve (<25 timer gammel) ( <i>Pimephales promelas</i> ), Fathead minnow	LOEC <sup>3</sup> , 7 dagers test på overlevelse og vekst	8.04 mg/l	Marchini et al. 1992
Hjuldyr ( <i>Brachionus calyciflorus</i> )	LC50 <sup>1</sup> , 1 dag	113.3 mg/l	Ferrando and Andreu-Moliner, 1992
Hjuldyr ( <i>Brachionus plicatilis</i> )	LC50 <sup>1</sup> , 1 dag	552.6 mg/l	Ferrando and Andreu-Moliner, 1992

<sup>1</sup>LC50=50% dødelighet ved slutten av forsøket

<sup>2</sup>NOEC=no observed effect concentration

<sup>3</sup>LOEC=lowest-observed-effect concentration



## 5. Konklusjoner

Dersom de 1000 l toluen som ble sluppet ut i forbindelse med uhellet, blandes homogent inn i den mengde Glommavann som passerte utslippspunktet i løpet utslippsperioden (30 minutter) gir dette en gjennomsnittlig konsentrasjon av toluen på ca. 1 mg/l. Transport av toluen fra vann til atmosfære antas å være relativt rask (halveringstid: timer-dager). Det er realistisk å tro at en pga. fordampning, nedbrytning og fortynning, i løpet av noen få timer til ett døgn vil oppnå en gjennomsnittskonsentrasjon av toluen som ikke overskrider ca. 0.15-0.5 mg/l. En antar at en ubetydelig mengde toluen vil bli adsorbert til partikulært materiale og havne i sedimentene i Glomma og dens munningsområde.

Grenseverdier for akutte (48–96 timer) effekter av toluen på organismer i akvatiske miljøer ligger for de fleste undersøkte organismer på over 1 mg/l (US EPA opererer i deres vannkvalitetskriterier med grenseverdier for akutte effekter i ferskvann og sjøvann på henholdsvis 17.5 mg/l og 6300 mg/l). Dette er høyere verdier enn det som kan tenkes å opptre etter full innblanding av utslippet med vannet fra resipienten (0.15-0.5 mg/l). Dette betyr at det er lite trolig at utslippet har hatt vesentlige konsekvenser på vannlevende organismer i resipienten.

På grunn av den korte oppholdstiden (fordampning, nedbrytning) og fortynning er det lite trolig at utslippet vil få langsiktige konsekvenser for organismer i Glomma og i dens munningsområde.

## 6. Referanser

- Bogacka, T., Makowski, Z. and Ceglarski, R. 1997. The breakdown of aromatic hydrocarbons in the aquatic environment (originalspråk polsk), *Rocz. Oanstw. Zakl. Hig.* 48, 149-161.
- Buikema, A.L. Jr. and Hendrics, A.C., 1980. Benzene, Xylene, and Toluene in Aquatic Systems: A Review. American Petroleum Institute, 69pp.
- Cohen, B.A., Krumholz, L.R. Kim, H. and Hemond, H.F., 1995. In-Situ Biodegradation of Toluene in a contaminated Stream. 2. Laboratory Studies. *Environ. Sci. Technol.* 29, 117-125.
- Davies, J.W. og Madsen, S., 1996. Factors affecting the biodegradation of toluene in soil. *Chemosphere*, 33, 107-130.
- Ferrando, M.D. and Andreu-Moliner, E., 1992. Acute Toxicity of Toluene, Hexane, Xylene, and Benzene to the Rotifers *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus plicatilis*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 49, 266-271.
- Jorgensen, C.; Flyvbjerg, J.; Arvin, E.; Jensen, B.K., 1995. Stoichiometry and kinetics of microbial toluene degradation under denitrifying conditions, *BIODEGRADATION*, 6, pp. 147-156.
- Kim, H. and Hemond, H.F., Krumholz, L.R., Cohen, B.A., 1995. In-Situ Biodegradation of Toluene in a contaminated Stream. 1. Field Studies. *Environ. Sci. Technol.* 29, 108-116.
- Laake, M., 1991. Utslipp av toluen og kobber fra vanillin-produksjon til Glomma. Miljøkonsekvensvurdering for Borregaard Industries Ltd.. NIVA-rapport nr. 2652, 14s.
- Marchini, S., Tosato, M.L., Nordberg-King, T.J., Mammermeister, D.E. and Hoglund, M.D., 1992. Lethal and sublethal toxicity of benzene derivatives to fathead minnow, using a short-term test. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 11, 187-195.
- Wakeham, S. G., Canuel, E.A., Doering, P.H., Hobbie, J.E., Helfrich, J.V.K. and Lough, G.R.G., 1985. The biogeochemistry of toluene in coastal seawater: radiotracer experiments in controlled ecosystems. *Biogeochemistry*, 1, 307-328.
- WHO, 1985. Environmental Health Criteria 52. Toluene. World Health organization, Geneva, 146pp.
- Black, J.A.; Birge, W.J.; McDonnell, W.E.; Westerman, A.G.; Ramey, B.A. 1982. The Aquatic Toxicity of Organic Compounds to Embryo-Larval Stages of Fish and Amphibians. Available from the National Technical Information Service, Research Report No 133, 1982. 68 p,