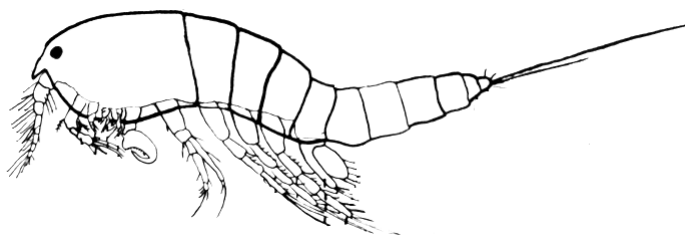


# Simulering av TNT-läckage i havsmiljö

## Akut toxicitet av vattenfas och extrakt av sediment på *Nitocra spinipes*

Rune Berglind och Mona Koch



Simulering av TNT-läckage i havsmiljö: Akut toxicitet av vattenfas och  
extrakt av sediment på *Nitocra spinipes*

Rune Berglind och Mona Koch

## **Sammanfattning**

Ödet i vatten och bottensediment för TNT som finns i dumpad ammunition har undersökts av FOI på uppdrag av Försvarsmakten. Undersökningar har gjorts på sediment och vatten från tre olika havsdumpningsmiljöer. Från Östersjön valdes sediment från en plats med syrerik botten, Möja i Stockholms skärgård och en med syrefattig botten, Fårö. Från Västerhavet valdes en plats med syrerik botten, Stora Pölsan i Göteborgs skärgård. I laboratorieförsök har TNT satts till havsvatten med sediment för att simulera utsläpp i marin miljö.

Syftet med föreliggande undersökning var att undersöka om vatten och sediment 80 dagar efter det  $^{14}\text{C}$ -TNT, 25mg/l, satts till vattnet kan skada de organismer som lever i de miljöer sedimenten tagits från. Giftigheten hos vatten och extrakt av sediment undersöktes på litet kräftdjur, *Nitocra spinipes*, som normalt lever i bottensediment bl.a. utefter den svenska ostkusten. Extraktionen gjordes under högt tryck, 10 MPa, och vid hög temperatur, 150°C, för att även mycket hårt bundna ämnen skulle kunna lossna från sina bindningar till sedimentet.

Resultaten från undersökningen visar att vare sig vatten eller extrakt av sediment var akut toxiskt för *N. spinipes*. Undersökningens slutsats är att koncentrationen av de vattenlösliga metaboliter från TNT som bildats i havssediment inte är akut giftiga för ett bottenlevande kräftdjur som *N. spinipes*.

**Innehåll**

<b>Inledning</b> .....	<b>4</b>
<b>Material och metoder</b> .....	<b>4</b>
Simuleringsförsök .....	4
Provtagning.....	5
Extraktion av sediment.....	5
Toxicitetsstudie .....	5
<b>Resultat</b> .....	<b>6</b>
<b>Diskussion</b> .....	<b>7</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>11</b>
<b>Dokumentdatablad svenskt</b> .....	<b>12</b>
<b>Dokumentdatablad engelskt</b> .....	<b>13</b>

## **Inledning**

Dumpning i djupa områden av Östersjön, Skagerak och Kategatt var fram till 1970-talet ett vanligt sätt att göra sig av med industriellt kemiskt avfall och överbliven, omodern eller farlig ammunition. Mot bakgrund av de dumpade kemikalernas negativa effekter på exempelvis fisket blev dumpning av kemikalier naturen otillåtet 1972.

Så länge som explosivämnen är inneslutna i stålhölje eller annan tät förpackning sker ingen diffusion av explosivämne ut i den fria vattenmassan. Vid jämförelse med sötvattensmiljö korroderar stål mycket fort i brack- och saltvattensmiljö. Korrosionshastigheten är beroende av salthalt, syretillgång och temperatur. Hastigheten för korrosionen i marin miljö vid god syretillgång är ca 0,1 mm/år (OSTC), vilket leder till att explosivämnet kan komma i kontakt med vattnet utanför inom en period av 50 – 100 år. Således kan den ammunition som dumpades för ca 50 år sedan vara genomrostad. I sediment och syrefattiga bottenar går korrosionen betydligt långsammare än i det öppna vattnet och det kan dröja hundratals år innan explosivämnet exponeras för yttermediet. Carlsson et al (1996) visar i sin utredning att urlakningen dels bromsas av förpackningen, dels av det ovanpå och omkringliggande sedimentet. Under gynnsamma förhållanden (ringa täckning av sediment) beräknades den totala urlakningstiden för 20 kg trotyl till mellan 2000 och 20000 år.

Föreliggande studie är den sista i en serie undersökningar av ödet för TNT och dess nedbrytningsprodukter i havsvatten/sedimentmiljö. I undersökningen ”Simulering av TNT-läckage i havsmiljö” visade Andersson *et al* (2001) att mer än 90 % av tillsatt radioaktivt TNT i vattenmassan är inbundet i sedimentet efter 80 dagar under aeroba förhållanden. Inbindningen i sedimentet var långsammare vid anaeroba förhållanden, ca 60 % efter 80 dagar. Vidare konstaterades att den radioaktivitet (dvs. <sup>14</sup>C-märkt TNT och dess omvandlingsprodukter) som bundits till sedimentet var mycket svår att extrahera, mindre än 5 % lakades ur med kaliumhydroxid. Eftersom en mängd djur lever i eller nära sediment kan de exponeras för ämnen som är bundna till partiklar i detta. Undersökningar gjorda av Magnusson et al (1996) visar att sediment som förorenats av exempelvis tungmetaller även är giftigt för organismer som exponeras för detta. Dessutom visades att extrakt av sediment påverkade djuren negativt.

Syftet med föreliggande undersökning är att utröna om den konstaterade ackumuleringen av TNT/TNT-omvandlingsprodukter i sediment (Andersson *et al* 2001) utgör någon risk för uppkomst av skadliga effekter på organismer som lever i sedimentmiljö. Extrakt av sediment och vatten undersöktes på det lilla kräftdjuret *Nitocra spinipes*, som lever i bottensediment bl.a. utefter den svenska ostkusten.

## **Material och metoder**

### **Simuleringsförsök**

För försöksupställningen och genomförandet av simulering av TNT-utsläpp, samt en närmare beskrivning av de sedimentprover som används i denna toxicitetstudie hänvisas till Andersson *et al* (2001). Från Östersjön valdes sediment från en plats med syrerik botten, Möja i Stockholms skärgård och en med syrefattig botten, Fårö. Från Västerhavet valdes en plats med syrerik botten, Stora Pölsan, i Göteborgs skärgård. I undersökningen

användes radioaktivt inmärkt TNT ( $^{14}\text{C}$ -TNT) för att kunna spåra omvandlingen av TNT och var i systemet modersubstansen och dess omvandlingsprodukter anrikades.

## Provtagning

För denna undersökning användes vatten samt orört sediment från försökskolvar som förvarats i kyla ( $4^{\circ}\text{C}$ ) efter avslutad inkubering vid  $12^{\circ}\text{C}$  (se Andersson *et al* 2001).

## Extraktion av sediment

Cirka 4 gram sediment våtvikt togs från vardera kolven (1A-D, 2 A-D och 3A-D) och extraherades med hjälp av ASE (Accelerated Solvent Extraction-DIONEX) med destillerat vatten som lösningsmedel. Extraktionen genomfördes under tryck, 10 MPa, vid  $150^{\circ}\text{C}$  under 10 minuters tid. Slutvolymen av samtliga extrakt var 31 ml efter korrigering med destillerat vatten för att alla extrakt skulle vara jämförbara med avseende på andel lösningsmedel/extraherad massa prov. Extrakten förvarades i frys,  $-20^{\circ}\text{C}$ , fram till teststart. Inför toxicitetstestning på *N. spinipes* filterades de tinade extrakten genom ett partikelfilter med 0,45 mikrometers porstorlek.

Halten extraherad radioaktivt märkt substans ( $^{14}\text{C}$ -TNT och dess omvandlingsprodukter) i sedimentextrakt och vatten analyserades med hjälp av vätskescintillation. För beräkning av mängden radioaktivt material uttryckt som TNT i extrakt respektive vattenfas användes följande samband:

$$\text{CPM} = 15251 * \mu\text{g}^{14}\text{C-TNT/ml}$$

där CPM är antalet registrerade sönderfall per minut (Andersson *et al* 2001). Vid försöken späddes extrakt och vattenfas med odlingsmedium för *N. spinipes* och den högsta testade koncentrationen i försöken var 70% av ursprungslösningens koncentration.

## Toxicitetsstudie

*N. spinipes* är ett litet bottenlevande käftdjur (harpacticoid, copepod) som finns utefter våra kuster. Den tolererar en salthalt upp till 30 ‰. Fullvuxna djur är mellan 0,45 och 0,75 mm långa där honan är den större (Breitholtz & Bengtsson 2001). *N. spinipes* odlades i temperaturreglerad odlingskammare under mörker vid  $20^{\circ}\text{C}$ . Odlingsmediet var kranvatten berikat med salt (Wiegandt GmbH & Co KG Krefeld, Tyskland) till 6 ‰. Undersökningen av sedimentextraktens och vattenfasernas toxicitet utfördes enligt Svensk Standard (S.S 028106) och ITM-manual SOP 8 (*N. spinipes* akut toxicitet).

Proverna från simuleringsförsöket (Andersson *et al* 2001) omfattar vatten och extrakt av sediment från Möja, Fårö och Stora Pölsan benämnda A-D där B, C och D utgör triplikat av inkubering med TNT. Prov 1 till 3A är obehandlad kontroll utan TNT. Samtliga prov delades upp i extrakt av sediment och vattenfas. På grund av ringa provmängd av sedimentextrakt, 31 ml, kunde inte förförsök genomföras och ej heller kunde valet av antalet koncentrationer väljas fritt. Försöket utfördes med kontroller och en serie spädningar, 15-70 % av proverna. En testvolym på 5 ml/replikat mot normalt 10 ml valdes. Den mindre testvolymen har ingen påverkan på slutresultatet eftersom variabler som pH-värde och syrehalt mättes vid försökets början och slut, och uppvisade godkända värden. Syrehalten och pH mättes vid försöksstart samt efter 96 timmar i samband med att försöket avslutades, i kontroll samt i den högsta testkoncentrationen med 70 % extrakt/vattenfas i testlösningen. Konduktivitet (mS) och pH mättes i ospätt prov före försöksstart. pH-värdet i prov 3B sedimentextrakt från Stora Pölsan

samt prov 1 A-D från Möja justerades NaOH vid försöksstart till för testet godkänt värde (tabell 1). Konduktiviteten i alla prov från Stora Pölsan låg högre än för *N. spinipes* normala 6 ‰ (= 9,5 mS) varför försöket för Stora Pölsan utfördes med djur adapterade till högre salthalt 12 ‰ (= 18,1 mS). Övriga parametrar föll inom godkänt intervall (tabell 1).

Toxiciteten uttrycks i LC<sub>50</sub>-värden, vilken är den koncentration (volym-% vattenprov alternativt extrakt i testlösningen) där 50 % av djuren dör. Beräkning av LC<sub>50</sub> gjordes med hjälp av Probit-analys med 95 % konfidensintervall med mjukvaran SPSS. Flera av proverna hade så låg toxicitet att det inte gick att beräkna något LC<sub>50</sub>-värde. Dessa rapporteras som LC<sub>50</sub>> högsta satta koncentration i försöket.

**Tabell 1.** Fysikaliska parametrar vid akut toxicitet på *N. spinipes* av extrakt av sediment samt vattenfas från simulering av TNT-läckage i havsmiljö (Andersson *et al* 2001)

Prov	Sedimentextrakt		Vattenfas	
	pH	Konduktivitet (mS)	pH	Konduktivitet (mS)
Möja				
1A	7,2	6,1	5,5/6,6*	11,5
1B	7,3	7,3	4,6/8,2*	12,1
1C	8,5	8,4	5,9/7,2*	11,6
1D	8,0	7,2	5,0/8,0*	11,5
Fårö				
2A	8,6	7,0	8,1	12,2
2B	8,6	11,4	8,0	12,3
2C	8,5	7,0	8,4	12,4
2D	8,6	8,820	8,4	12,4
Stora Pölsan				
3A	8,0	18,1	7,3	>20
3B	9,1/8,6*	18,1	7,5	>20
3C	8,4	16,8	7,9	>20
3D	8,7	19,2	7,5	>20

\* Justerat till för testet godkänt pH-värde

## Resultat

I tabell 2 samt i figur 1-3 visas den akuta giftigheten på *N. spinipes* av vattenfas respektive extrakt av sediment från försök med simulerat TNT-utsläpp i havsmiljö. Vattenfasen hade ingen akut effekt på *N. spinipes* i något av fallen. Enskilda extrakt från sedimenten uppvisade viss akut giftighet. Extrakt 1B och 1C uppvisade viss toxisk effekt, LC<sub>50</sub> för dessa två extrakt var 32 respektive 43 %. Övriga extrakt uppvisade ingen akut giftighet.

Analysen av <sup>14</sup>C-märkt TNT och dess nedbrytningsprodukter i sedimentextrakt och vattenfas visar på låga halter, ej överstigande 0,7 mg/l respektive 0,45 mg/l (tabell 3). Korrelationen mellan halten <sup>14</sup>C-inmärkt substans i vattnet och dödligheten hos *N. spinipes* är mycket svag. Inbindningen av <sup>14</sup>C-TNT i sedimenten var för Möja och Stora Pölsan 98 % och för Fårö 64 % av den totala mängd TNT som satts till vattnet, 62,5 mg (Andersson *et al* 2002). Ur sediment extraherades mellan 11,0 och 26,5 mg <sup>14</sup>C-inmärkt substans per kg sediment TS, vilket motsvarar 4,9 till 11,8 % av totalt i sedimentet inbunden TNT (tabell 4). Andelen extraherad <sup>14</sup>C ur sedimenten från Möja och Fårö med ASE vid 150°C och under 10 MPa tryck är i samma storleksordning som vid konsekutivt extraktionsförfarande (Andersson *et al* 2001). Extraktionen ur sediment från Stora Pölsan med ASE var betydligt effektivare än den

som rapporterats av Andersson *et al* (2001), å andra sidan var den ineffektivare för Fårösedimenten.

## **Diskussion**

Toxicitetstesterna på vattenfas och extrakt av sediment från försök med omvandling av TNT i bräckt och salt vatten visade på ringa eller ingen akut effekt på överlevnaden av *N. spinipes*. Tidigare analyser av vattenfasen visade att TNT inte fanns i detekterbar mängd eller i mycket låg koncentration (Andersson *et al* 2001). Emellertid fanns viss <sup>14</sup>C-inmärkt substans kvar i vattenfasen, främst i kolvar som representerade anaerob nedbrytning. Dessa ämnen som dock inte identifierats men härrör från TNT var således inte giftiga för *N. spinipes*. Några av extrakten från sediment var giftiga för djuren (tabell 2). Kolvarna B, C och D i alla tre fallen är identiskt behandlade sinsemellan. Sedimentens och därmed extraktens innehåll av TNT och omvandlingsprodukter bör således vara lika inom triplikaten. Orsaken till att viss dödlighet förekom i ett respektive två av tre extrakt från Stora Pölsan och Möja går inte att utläsa från koncentrationen <sup>14</sup>C-inmärkt substans i extrakten (tabell 3).

Vid biologisk omvandling av TNT mineraliseras enbart små mängder av molekylerna till koldioxid, vatten och nitrat. Huvuddelen av TNT omvandlas till monoaminer (2-amino-4,6-DNT och 4-amino-2,6-DNT) eller diaminer (tex. 2,4-diamino-6 MNT) som binds hårt till omgivande jordmaterial (Shen *et al* 1998). Toxiciteten av TNT eller någon av dess omvandlingsprodukter har inte undersökts på *N. spinipes*. Undersökningar på vattenloppa (*Daphnia magna*) och virvelmask (*Lytechinus variagatus*) har visat att omvandlingsprodukten 2-amino-4,6-DNT har ett LC<sub>50</sub> vid 1 mg/l för vattenloppa resp. virvelmask. TNT har ett LC<sub>50</sub> på 5,5 resp. 1,3 mg/l på respektive djur (Johnson *et al* 1994). Inte i något av sedimentextrakten eller vattenprov nås denna koncentration av radioaktivt inmärkt kol i detta försök. Den låga eller avsaknaden av toxisk effekt på *N. spinipes* av sedimentextrakten och vattenfasen beror därför sannolikt på att koncentrationen av främst TNT-metaboliter inte uppnått toxisk koncentration.

I denna undersökning avsåg vi att maximera extraktionsutbytet av adsorberade <sup>14</sup>C-inmärkt TNT/TNT-metaboliter ur sedimentet med hjälp av hög temperatur och högt tryck (150°C och 10 MPa). Extrakten skulle på detta sätt representera ett "worst case" för bottenlevande djur med avseende på exponeringsgrad. I det bildade extraktet fanns dock inte tillräckligt hög koncentration av TNT och TNT-metaboliter för att vara akut giftigt för *N. spinipes*. I ASE-extrakten utvanns motsvarande 4,9 och 11,8 % av sedimentinbundet <sup>14</sup>C-inmärkt TNT. Det vill säga, ASE-utbytet var i samma storleksordning som det kraftfullaste extraktionssteget (10 % KOH löst i 99 % etanol) i Andersson *et al* (2001).

I ett naturligt system, d.v.s. i sediment på de platser där sedimentproverna togs, är temperaturen omkring 4°C. Extraktion av sedimentbundna ämnen är sannolikt inte lika effektiv vid denna låga temperatur i jämförelse med 150°C som i detta försök. Sannolikheten för att högre och därmed toxiska halter av TNT-metaboliter skulle förekomma i vattnet i sedimentskiktet under naturliga förhållanden än vad som kunde extraheras vid 150°C (ASE-extraktion) är därför låg. Med resultaten från detta försök kan vi således säga att sedimentbundet mikrobiellt omvandlad TNT i havsmiljö inte utgör någon akut förgiftningsrisk för bottenlevande djur.



**Tabell 2.** Akut toxicitet av ASE-extrakt av sediment och vattenfas från simulering av TNT-läckage i havsmiljö (Andersson *et al* 2001)

Prov	LC <sub>50</sub> % extrakt resp. vattenfas	
	Sedimentextrakt	Vattenfas
Möja		
1A	>70,0	>70,0
1B	32,3 (26,3-42,1)	>70,0
1C	43,9 (31,5-64,9)	>70,0
1D	>70,0	>70,0
Färö		
2A	>70,0	>70,0
2B	67,3 (57,9-84,6)	>70,0
2C	>70,0	>70,0
2D	>70,0	>70,0
Stora Pölsan		
3A	63,4 (54,5-78,8)*	>70,0
3B	>70,0*	>70,0
3C	59,0 (52,9-66,4)*	>70,0
3D	55,2 (49,0-61,9)**	>70,0

\* På grund av liten extraktmängd exponerades 12 djur/replikat istället för i övriga prov 8-10 st och i duplikat av provet mot normala triplikat

\*\* På grund av liten extraktmängd exponerades 20 djur/replikat istället för i övriga prov 8-10 st och i enbart singelspädning av provet mot normala triplikat

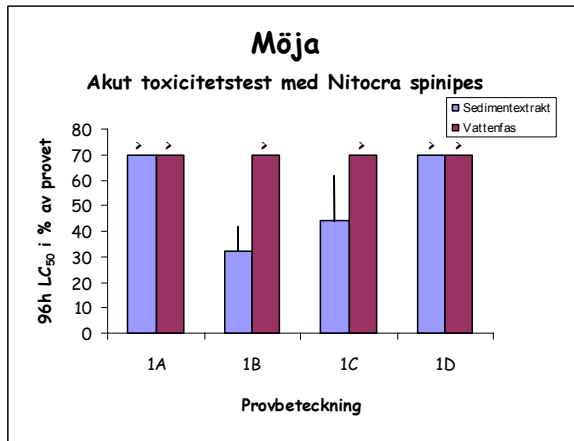
**Tabell 3.** Halt <sup>14</sup>C-inmärkt TNT och dess omvandlingsprodukter (<sup>14</sup>C-TNT mg/l) i den högsta testkoncentrationen av sedimentextrakt (ASE) och vattenfas vid akut toxicitetstest på *N. spinipes*

Sedimentextrakt (ASE)		Vattenfas	
Prov	mg <sup>14</sup> C-TNT*/l	Prov	mg <sup>14</sup> C-TNT*/l
Möja			
1A	0	1A	0
1B	0,33	1B	0,042
1C	0,24	1C	0,043
1D	0,32	1D	0,038
Färö			
2A	0	2A	0
2B	0,32	2B	0,26
2C	0,25	2C	0,45
2D	0,18	2D	0,55
Stora Pölsan			
3A	0	3A	0
3B	0,71	3B	0,20
3C	0,48	3C	0,15
3D	0,45	3D	0,22

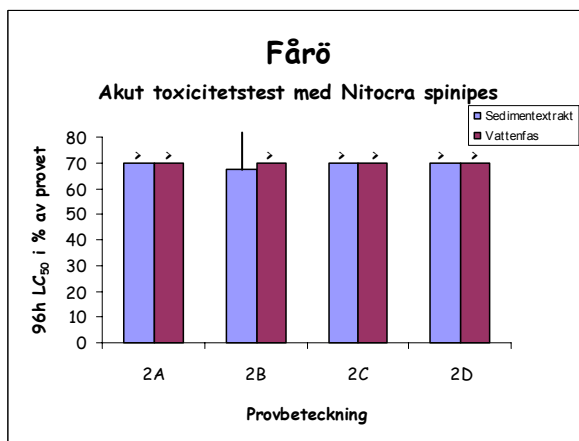
\* <sup>14</sup>C-TNT: Innefattar TNT och dess omvandlingsprodukter

**Tabell 4.** Beräknad koncentration  $^{14}\text{C}$ -inmärkt TNT i sediment (1) och ASE-extraherad mängd  $^{14}\text{C}$ -inmärkt TNT ur sediment (2) från Möja, Fårö och Stora pölsan.

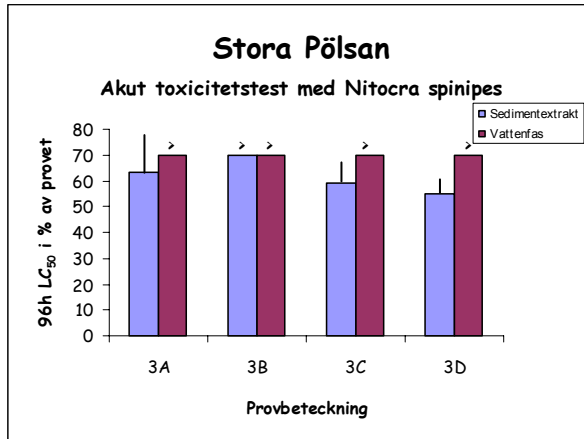
Provplatser	mg $^{14}\text{C}$ -inmärkt TNT/kg sediment TS		
	Möja	Fårö	Stora pölsan
<sup>(1)</sup> Konc. i sediment	392	258	139,2
<sup>(2)</sup> Extraherat (ASE)	19,2 – 26,5	12,7 – 15,8	11,0 – 16,4



**Figur 1.** Akut toxicitetstest med *N. spinipes* på extrakt av sediment och vattenfas från simuleringsförsök (Andersson *et al* 2001) av utsläpp av TNT i bottenmiljön vid Möja



**Figur 2.** Akut toxicitetstest med *N. spinipes* på extrakt av sediment och vattenfas från simuleringsförsök (Andersson *et al* 2001) av utsläpp av TNT i bottenmiljön vid Fårö



**Figur 3.** Akut toxicitetstest med *N. spinipes* på extrakt av sediment och vattenfas från simuleringsförsök (Andersson *et al* 2001) av utsläpp av TNT i bottenmiljön vid Stora pölsan

## **Referenser**

Andersson, A.-C., Eriksson, J., Hägglund, L., Nygren, Y., Johansson, T., Forsman, M. 2001. Simulering av TNT-läckage i havsmiljö. FOI-R-0304--SE

Breitholtz, M. and Bengtsson, B.-E. 2001. Oestrogens have no hormonal effect on the development and reproduction of the harpacticoid copepod *Nitocra spinipes*. Marine Pollution Bulletin, 42(10) 879-886

Carlsson T., Gjöthlén, A och Lamnevik, S. 1996. Explosiva varor i Vänern. FOA dnr 96-1676/S

OSTC, Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs Projewct NR. MN/02/88

ITM-maual, 2000, SOP 8, *Nitocra spinipes* akut toxicitet

Johnson, LR., Davenport, R., Balbach, H., Schaeffer, DJ. 1994. Phototoxicology: 3. Comparative toxicity of trinitrotoluene and aminonitrotoluenes to *Daphnia magna*, *Dugesia dorotocephala* and sheep erythrocytes. Ecotox. Environ. Safety, 27, 34-49.

Magnusson, K., Ekelund, R., Dave, G., Granmo, Å., Förlin, L., Wennberg, L., Samuelsson, M.-O., Berggren, M., Brorström-Lunden, E. 1996. Contamination and correlation with toxicity of sediment samples from the Skagerack and Kattegat. Journal och Sea Research, 35(1-3) 223-234

Shen, C.F., Guiot, S.R., Thiboutot, S., Ampleman, G., Hawari, J. 1998. Fate of explosives and their metabolites in bioslurry treatment processes. Biodegradation, 8, 339-347.

Svensk Standard SS 02 81 06

<b>Utgivare</b> Totalförsvarets Forskningsinstitut – FOI NBC-skydd 901 82 Umeå	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--0643--SE	<b>Klassificering</b> Vetenskaplig rapport
	<b>Forskningsområde</b> 3 Skydd mot massförstörelsevapen	
	<b>Månad, år</b> Juni 2003	<b>Projektnummer</b> E4637
	<b>Verksamhetsgren</b> 5 Uppdragsfinansierad verksamhet	
	<b>Delområde</b> 35 Miljöfrågor	
<b>Författare/redaktör</b> Rune Berglind Mona Koch	<b>Projektledare</b> Jan Sjöström	
	<b>Godkänd av</b>	
	<b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b> FM	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b>	
<b>Rapportens titel</b> Simulering av TNT-läckage i havsmiljö: Akut toxicitet av vattenfas och extrakt av sediment på <i>Nitocra spinipes</i>		
<b>Sammanfattning (högst 200 ord)</b> Ödet i vatten och bottensediment för TNT som finns i dumpad ammunition har undersökts av FOI på uppdrag av Försvarsmakten. Undersökningar har gjorts på sediment och vatten från tre olika havsdumpningsmiljöer. Från Östersjön valdes sediment från en plats med syrerik botten, Möja, i Stockholms skärgård och en med syrefattig botten, Fårösund. Från Västerhavet valdes en plats med syrerik botten, Stora Pölsan, i Göteborgs skärgård. I laboratorieförsök har TNT satts till havsvatten med sediment för att simulera utsläpp i marin miljö. Syftet med föreliggande undersökning var att undersöka om vatten och sediment 80 dagar efter det <sup>14</sup> C-TNT, 25mg/l, satts till vattnet kan skada de organismer som lever i de miljöer sedimenten tagits från. Giftigheten hos vatten och extrakt av sediment undersöktes på litet kräftdjur, <i>Nitocra spinipes</i> , som normalt lever i bottensediment bl.a. utefter den svenska ostkusten. Extraktionen utfördes under högt tryck, 10 MPA, samt vid hög temperatur, 150°C, för att även mycket hårt bundna ämnen skulle kunna lossna från sina bindningar till sedimentet. Resultaten från undersökningen visar att vare sig vatten eller extrakt av sediment var akut toxiskt för <i>N. spinipes</i> . Undersökningens slutsats är att koncentrationen av de vattenlösliga metaboliter från TNT som bildats i havssediment inte är akut giftiga för ett bottenlevande kräftdjur som <i>N. spinipes</i> .		
<b>Nyckelord</b> <i>Nitocra spinipes</i> , TNT, dumpad ammunition, havssediment, sedimentextrakt, akut toxicitet		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 13 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency NBC Defence SE-901 82 Umeå	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--0643--SE	<b>Report type</b> Scientific report
	<b>Research area code</b> 3 Protection against Weapons of Mass Destruction	
	<b>Month year</b> June 2003	<b>Project no.</b> E4637
	<b>Customers code</b> 5 Commissioned Research	
	<b>Sub area code</b> 35 Environmental Studies	
<b>Author/s (editor/s)</b> Rune Berglind Mona Koch	<b>Project manager</b> Jan Sjöström	
	<b>Approved by</b>	
	<b>Sponsoring agency</b> FM	
	<b>Scientifically and technically responsible</b>	
<b>Report title (In translation)</b> Simulation of TNT leakage in sea environment: The acute toxicity of water and sediment extract on <i>Nitocra spinipes</i>		
<b>Abstract (not more than 200 words)</b> <p>The fate of TNT and its degradation products in marine environment has been investigated by FOI NBC protection on behalf of the Swedish Armed Forces. To mimic leakage of TNT from dumped ammunition in the sea, water and sediment from three different sea dumping locations were collected. From the Baltic Sea, one location with aerobic and one with anaerobic sediment were collected. From the western sea one aerobic sediment was chosen. The degradation study showed that TNT was rapidly transformed and more than 90% of the <sup>14</sup>C-TNT was firmly adsorbed to the sediment after 80 days of incubation.</p> <p>In the present report the toxicity of water and sediment extract from the TNT degradation study was investigated on the harpacticoid copepod, <i>Nitocra spinipes</i>. The extraction was performed at high pressure (10 MPa) and at 150°C and even firmly adsorbed TNT degradation products would lose contact with the sediment. The results of this study showed that neither the water nor the extract of the sediments were acute toxic to <i>N. spinipes</i>.</p>		
<b>Keywords</b> <i>Nitocra spinipes</i> , TNT, dumped ammunition, sea sediment, sediment extract, acute toxicity		
<b>Further bibliographic information</b>	<b>Language</b> Swedish	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Pages</b> 13 p.	
	<b>Price acc. to pricelist</b>	